

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

INFORMAČNÍ JEDNOTKA PRO OSOBNÍ VŮZ

INFOTAINMENT UNIT FOR CAR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Roman Musil

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Adam Ligocki

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Roman Musil

ID: 203298

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Informační jednotka pro osobní vůz

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je navrhnout a realizovat zařízení, které bude rozšiřovat funkcionalitu palubního počítače a bude zároveň zaznamenávat základní telemetrii vozu. Celý systém bude založen na jednodeskovém počítači s operačním systémem Linux a uživatelské rozhraní počítače bude realizováno obrazovkou s dotykovou vrstvou. Systém bude čerpat telemetrická data z externího zařízení a bude komunikovat pomocí GSM sítě.

1. Seznamte se s dostupnými jednodeskovými počítači a dotykovými obrazovkami. Zvolte vhodný počítač a obrazovku pro realizaci systému a nasazení v podmínkách osobního vozu.
2. Seznamte se s protokolem zařízení pro sběr telemetrických dat.
3. Navrhněte architekturu systému realizujícího výše zmíněnou funkcionalitu.
4. Navrhněte grafické rozhraní zobrazovacího systému.
5. Realizujte archivaci telemetrických dat z externího zdroje telemetrických dat.
6. Vytvořte rozhraní pro vizualizaci archivovaných dat na stolním počítači.
7. Pomocí vhodně zvoleného GSM modulu realizujte online monitoring vozidla.

Student při realizaci tohoto zadání bude spolupracovat s prací „Hardware pro sběr telemetrických dat z osobního vozu“.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Simmonds, Chris. Mastering Embedded Linux Programming. Packt Publishing Ltd, 2017.

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 8.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Adam Ligocki

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Cílem práce je navrhnout a realizovat zařízení rozšiřující funkcionality palubního počítače. Práce se nejprve zabývá rešerší dostupných jednodeskových počítačů následně výběrem vhodné dotykové obrazovky, poté analýzou protokolu, který je použit pro komunikaci mezi jednotkami. Dále se práce postupně zabývá návrhem architektury celého systému, tvorbou grafického rozhraní a archivací telemetrických dat. Následně se zabývá tvorbou rozhraní, které umožňuje vizualizaci archivovaných dat na stolním počítači. A na konec realizací online monitoringu vozidla skrze GSM modul. V závěru práce jsou shrnuty získané informace a dosažené výsledky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Palubní počítač, jednodeskový počítač, dotyková obrazovka, architektura systému, komunikační protokol, grafické rozhraní, GUI, GSM

ABSTRACT

The aim of this thesis is to design device which extended functionalities of on-board computer. The thesis first deals research of available single board computers and then selecting the appropriate touch screen, then analyzing the communication protocol which is used to communication between devices. Further, the thesis deals design architecture of system, creating a graphic interface and archiving telemetry data. Subsequently, deals creation of an interface that allows the visualization of archived data on a desktop computer. And finally, the implementation of online vehicle monitoring through the GSM module. The conclusion summarizes obtained information and the results achieved.

KEYWORDS

On-Board computer, single board computer, touch screen, system architecture, communication protocol, graphic interface, GUI, GSM

MUSIL, Roman. *Informační jednotka pro osobní vůz*. Brno, 2020, 57 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. Vedoucí práce: Ing. Adam Ligocki

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Informační jednotka pro osobní vůz“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno 8.6.2020

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Adamu Ligockému za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Dále pak všem, kteří mě při vytváření práce podporovali.

Brno 8.6.2020

.....

podpis autora

Obsah

Úvod	10
1 Dostupné jednodeskové počítače s dotykovou obrazovkou	11
1.1 Jednodeskové počítače	11
1.1.1 Raspberry Pi 3 Model B+	11
1.1.2 Orange Pi 3	12
1.1.3 ASUS Tinker Board	12
1.2 Dotykové obrazovky	13
1.2.1 Raspberry Pi dotykový display	14
1.2.2 Waveshare LCD	14
1.3 Výběr zařízení	15
2 Protokol pro sběr telemetrických dat	16
2.1 UART	16
2.2 Protokol	17
2.2.1 Formát Požadavku	17
2.2.2 Formát Odpovědi	17
2.2.3 Logická analýza průběhů	18
3 Architektura systému	19
3.1 Komunikace se zařízením pro sběr dat	20
3.2 Komunikace mezi procesy	20
4 Archivace telemetrických dat	22
4.0.1 Formát dat GPX	22
4.0.2 Formát dat CSV	22
4.1 Archivace GPS dat	22
4.2 Archivace vozidlových dat	24
5 Návrh grafického rozhraní	25
5.1 Nástroje pro tvorbu	25
5.2 Kaskádové styly	26
5.3 Metoda návrhu rozhraní	26
5.4 Struktura rozhraní	27
5.5 Hlavní obrazovka	28
5.6 Menu obrazovka	29
5.7 Obrazovka pro zobrazení údajů z GPS	30

6	Rozhraní pro vizualizaci archivovaných dat	31
6.1	Zobrazení posledních aktivit zařízení	32
6.2	GPS pozice	32
6.3	Analýza trasy	33
6.3.1	Zobrazení telemetrických dat do grafů	33
6.4	Telemetrie vozidla	35
7	Online monitoring	36
7.1	Výběr zařízení	36
7.2	GSM modul SIM800L	37
7.3	Sériový port pro GSM modul	37
7.4	Nastavení operačního systému	38
7.5	Vytvoření relace pro přenos dat	39
7.6	Realizace přenosu dat	39
8	Fyzická realizace a testování	41
	Závěr	44
	Literatura	45
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	47
	Seznam příloh	48
A	Tabulka jednotlivých modelů Raspberry Pi	49
B	Rozvržení obrazovek	50
C	Blok pro online zobrazení telemetrických údajů z vozidla	53
D	Informační rozhraní - Analýza trasy	54
E	Shield pro GSM	55
F	Obsah přiloženého CD	57

Seznam obrázků

1.1	Jednodeskové počítače a to s číslem jedna Raspberry Pi 3 Model B+, s číslem 2 Orange Pi 3, s číslem 3 ASUS Tinker Board	13
1.2	Raspberry Pi Dotykový display	14
1.3	Waveshare LCD	15
2.1	UART rámec	16
2.2	Datový rámec požadavku	17
2.3	Datový rámec odpovědi	18
2.4	Nasnímaný průběh požadavku	18
2.5	Nasnímaný průběh odpovědi	18
3.1	Architektura systému	19
3.2	Druh síťového spojení a způsob komunikace mezi procesy	21
5.1	Developer tools, nástroj pro debugování kódu webové stránky. Na- tivně je součástí webového prohlížeče Google Chrome	25
5.2	Hlavní obrazovka	28
5.3	Menu obrazovka	29
5.4	Obrazovka pro zobrazení údajů z GPS	30
6.1	Blokové schéma komunikace jednotlivých částí rozhraní	31
6.2	Blok rozhraní GPS pozice s výpisem telemetrických údajů a zobraze- ním vozidla	32
6.3	Výpis dostupných tras v analýze trasy	33
6.4	Graf pro analýzu výškového profilu trasy	35
7.1	GSM moduly - s číslem jedna SIM800L, s číslem 2 QUECTEL M95, s číslem 3 Ublox SARA-U2	36
7.2	Blokové schéma - vytvoření relace pro přenos dat	39
8.1	Ukázka zařízení při testování ve voze	42
8.2	Ukázka zařízení - zadní část	43

Seznam tabulek

1.1	Hardware Raspberry Pi 3	11
1.2	Hardware Orange Pi 3	12
1.3	Hardware ASUS Tinker Board	13
4.1	Použité značky pro vytvoření GPX souboru	23
4.2	Struktura získaných a uložených dat	24
7.1	Porovnání jednotlivých GSM modulů	37
7.2	Struktura dat pro online monitoring	40

Úvod

V dnešní době je kladen důraz na různé dálkové správy, online monitoring a průběžné statistiky provozu vozidel. Důležitým stavebním kamenem pro tuto věc je propojení informačních systémů vozidla se vzdáleným serverem, který nabízí tyto možnosti.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout a realizovat zařízení, které rozšíří funkcionality standardního palubního počítače. Nabídne variabilní nastavení jednotlivých informačních parametrů a dále také distribuci těchto dat přes mobilní síť na vzdálený server. Kde je možné sledovat nejen aktuální polohu vozidla, ale dále také informace o spotřebě paliva nebo aktivitě vozidla.

Toto zařízení obsahuje vhodný jednodeskový počítač s dotykovou obrazovkou pro realizaci systému a nasazení v podmínkách osobního vozu. Dále pak GSM modul pro realizaci propojení se vzdáleným serverem.

Tato práce je členěna na část seznámení se s dostupnými jednodeskovými počítači s dotykovými obrazovkami a jejich parametry. Následně se týká analýzy protokolu zařízení pro sběr telemetrických dat a na základě zjištěných informací se zabývá návrhem architektury celého systému realizující všechny potřebné funkcionality. Nedílnou součástí sběru a distribuce dat je i jejich následné zobrazení, proto se práce také zabývá tvorbou informačního rozhraní, které poskytne prostředky pro vizualizaci a analýzu těchto informací.

1 Dostupné jednodeskové počítače s dotykovou obrazovkou

Seznámení s výše uvedenými zařízeními rozdělíme do dvou částí a to seznámení nejprve s jednodeskovými počítači a následně s dotykovými obrazovkami.

1.1 Jednodeskové počítače

Jednodeskový počítač je odlišný od stolního počítače ne kvůli schopnostem, ale stylem návrhu. Všechny komponenty nutné pro běh počítače, jako je například procesor pamět RAM a další jsou umístěny právě na jedné desce.

1.1.1 Raspberry Pi 3 Model B+

Raspberry Pi je jednočipový počítač vyráběný společností Sony UK Technology Centre. Jádrem systému je multimediální procesor typu Broadcom. Většina systémových komponent, včetně hlavního, grafického, zvukového a komunikačního hardwaru je integrována do jediné součástky uprostřed základní desky. Procesor typu Broadcom se od procesorů, kterými jsou vybaveny stolní počítače nebo notebooky, však neliší jen svým návrhem typu SoC. Používá architekturu typu ARM s redukovanou instrukční sadu RISC. Tato kombinace se vyznačuje nízkou spotřebou energie, což vysvětluje jak je možné, že počítač Raspberry Pi dokáže pracovat se zdrojem napájení s napětím jen 5V a proudem orientačně 1A. Zároveň to však znamená, že počítač Raspberry Pi není kompatibilní s tradičním softwarem pro PC. [1]

Tab. 1.1: Hardware Raspberry Pi 3 model B+

Hardware	
Procesor	1.4 GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53
Video	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz (BCM2837: 3D part of GPU @ 300 MHz, video part of GPU @ 400 MHz)
SoC	Optimalizovaný Broadcom BCM2837B0
Pamět (SDRAM)	1 GB (sdílená s GPU)
USB	4x 2.0
Konektivita	Gigabitový Ethernet skrze USB 2.0 + WiFi 802.11ac, Bluetooth 4.2 BLE a možnost PoE napájení skrze externí HAT modul
I/O porty	17× GPIO plus stejné funkce a HAT ID sběrnice

Srovnání konkrétních parametrů jednotlivých modelů Raspberry Pi je přehledněji popsáno v příloze A.

1.1.2 Orange Pi 3

Orange Pi je jednodeskový počítač vyráběný společností Shenzhen Xunlong Software CO., Limited. Na rozdíl od platformy Raspberry Pi, která je vybavena procesorem typu Broadcom zde je procesor typu AllWinner. Tento konkrétní typ desky je oproti Raspberry Pi vybaven například mikrofonom nebo přijímačem infračerveného záření, naproti tomu tu chybí například rozhraní pro připojení kamery. Svým vzhledem je velmi podobný velice úspěšné konkurenční platformě.

Tab. 1.2: Hardware Orange Pi 3

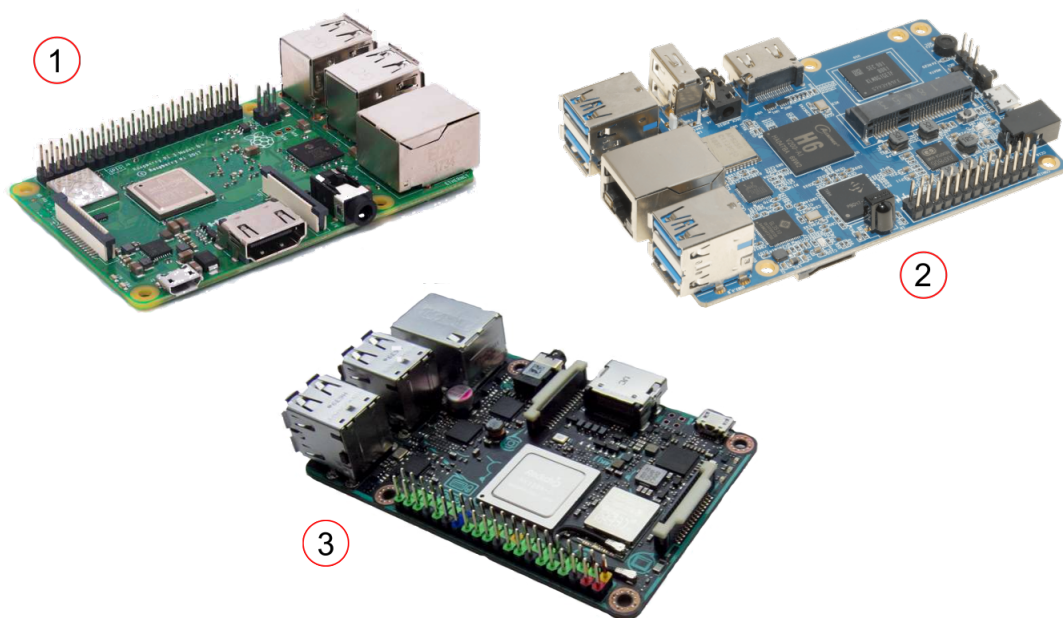
Hardware	
Procesor	H6 Quad-core 64-bit 1.8GHZ ARM Cortex™-A53
Video	Mali T720
SoC	AllWinner H6
Paměť (SDRAM)	1 GB (sdílená s GPU)
USB	1x 2.0, 4x3.0
Konektivita	Ethernet RTL8211, IR - přijímač
I/O porty	GPIO

1.1.3 ASUS Tinker Board

Tinker Board od společnosti ASUS s číslem 3 na obrázku 1.1 je založen na 4 jádrovém procesoru ARM s čipovou sadou Rockchip RK3288. Co se týče vybavení a uspořádání komponent na desce, jde v podstatě o obdobu velice úspěšné platformy Raspberry Pi. Při návrhu tohoto modelu byl kladen důraz na kompatibilitu GPIO pinů k platformě Raspberry Pi. Toto zařízení, ale vůbec nezůstává pozadu oproti ostatním modelům tohoto typu je zde posílen například výkon procesoru.

Tab. 1.3: Hardware ASUS Tinker Board [10]

Hardware	
Procesor	Rockchip Quad-Core RK3288 processor
Operační paměť	2GB Dvoukanálová DDR3
Grafická karta	Integrovaný grafický procesor, ARM® Mali™-T764 GPU*1
Zvuk	RTL ALC4040 CODEC
USB	1x 2.0, 4x3.0
Konektivita	RTL GB LAN, 802.11 b/g/n, Bluetooth V4.0 + EDR
I/O porty	28 x GPIO, 2 x SPI, 4 x I2C, 2 x PWM, 4 x UART, 1 x PCM/I2S



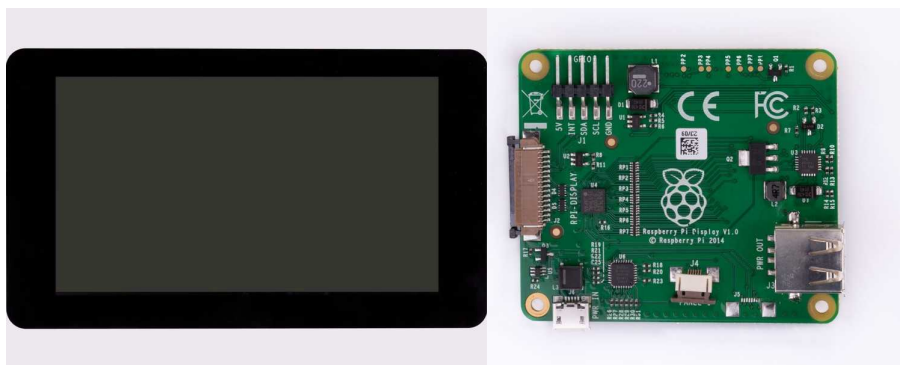
Obr. 1.1: Jednodeskové počítače - a to s číslem jedna Raspberry Pi 3 Model B+, s číslem 2 Orange Pi 3, s číslem 3 ASUS Tinker Board [2][3][9]

1.2 Dotykové obrazovky

Označují se tak zařízení, které jsou kromě standardní zobrazovací plochy vybaveny ještě dotykovou vrstvou. Tyto vrstvy jsou schopny detekovat přítomnost, polohu doteku a dále tuto informaci distribuují přes dostupné periferie.

1.2.1 Raspberry Pi dotykový display

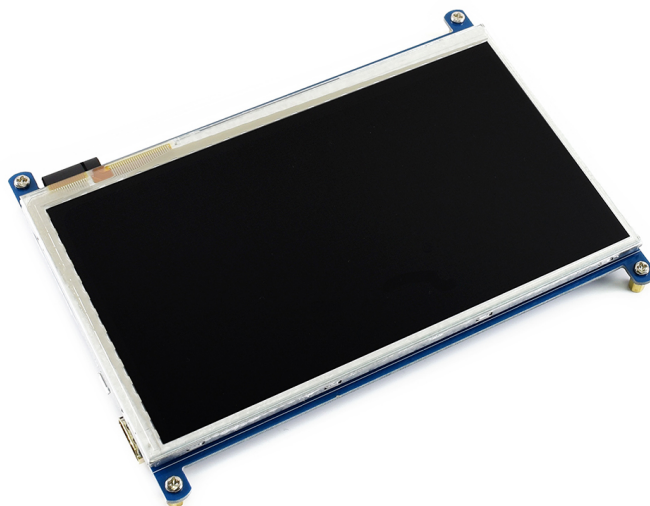
Tento 7 palcový dotykový displej, který je na obrázku 1.2 je primárně určený pro platformu Raspberry Pi umožňuje uživatelům vytvářet komplexní integrované projekty od různých informačních projektů po vestavěné projekty. Display s rozlišením 800 x 480 lze připojit přes pomocnou převodní desku, která slouží pro úpravu signálů a také samotné napájení. Přičemž samotné napájení je řešeno přímo skrze GPIO porty na nichž je potřebné napětí vyvedeno. Pro správnou funkčnost dotykové plochy je na převodní desce také rozhraní I2C, které je zapotřebí taktéž propojit s GPIO porty.[4]



Obr. 1.2: Raspberry Pi Dotykový display [5][6]

1.2.2 Waveshare LCD

Tento kapacitní 7 palcový dotykový display od společnosti Waveshare Electronics, který je na obrázku 1.3 disponuje standardním rozhraním HDMI, což nám umožňuje připojit jej téměř k jakémukoli počítači. Jelikož HDMI je u jednodeskových počítačů dnes už standardem je plně dostačující toto zobrazovací zařízení s rozlišením 800x480 pro většinu projektů. Dotyková plocha se propojuje s konkrétním počítačem pomocí micro USB a je řešena jako zařízení USB-HID.



Obr. 1.3: Waveshare LCD [7]

1.3 Výběr zařízení

Na základě výše uvedených informací bylo zvoleno zařízení s názvem Raspberry Pi 3 Model B+. Není to sice nejvýkonnější zařízení nicméně pro naše účely je naprosto dostačující a pro jeho volbu hovoří i cenové podmínky ve srovnání s výše uvedenými zařízeními. Na tuto platformu je k dispozici i skvěle fungující podpora, která aktivně řeší vzniklé problémy, které sebou nese každá nově uvolněná verze softwarového vybavení. Zařízení bylo vyrobeno se součástkami pro průmyslové využití a tudíž je i vhodné pro naše podmínky použití v osobním voze.

Co se týče dostupných dotykových displejů byl zvolen typ od společnosti Waveshare, který disponuje zobrazovací plochou o velikosti 7 palců. Displej je díky svému HDMI rozhraní kompatibilní nejen s naším zvoleným zařízením, ale i pro účely testování s jakýmkoli jiným počítačem a proto není nutné řešit jakékoli případné ovladače ať už kvůli zobrazování nebo na propojení dotykové vrstvy zobrazovacího prvku s naším zařízením.

2 Protokol pro sběr telemetrických dat

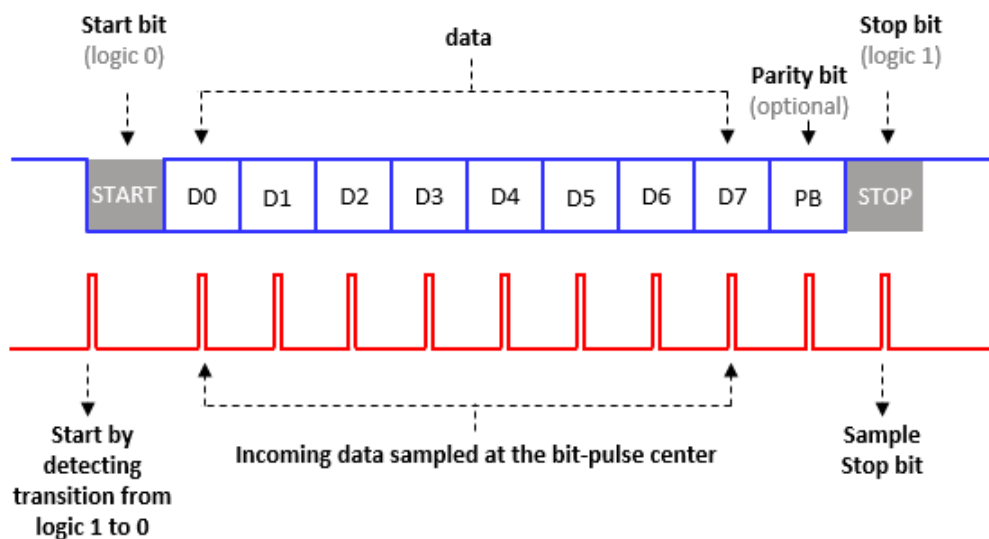
Komunikace se zařízením pro sběr telemetrických dat z osobního vozu probíhá prostřednictvím periférie UART.

2.1 UART

Jedná se o asynchronní typ přenosu dat. Jde o ty přenosu při kterém není použit hodinový signál a obě strany musí mít předem definovanu přenosovou rychlost. Základní tvar při přenosu dat začíná start bitem. Po něm následuje osm nebo sedm datových bitů, vysílaných od LSB po MSB. Jako poslední je vysílán stop bit. Tento stopbit musí být dlouhý nejméně jako datový bit. Přenos každého slova je synchronizován a tedy i zahájen start bitem. Délka start bitu a datového bitu se určí z požadované přenosové rychlosti takto:

$$\text{doba trvání bitu} = \frac{1}{\text{přenosová rychlost}} \text{ [s]} \quad (2.1)$$

Přenosová rychlost se udává v baudech neboli počet bitů za vteřinu. Není ovšem roven počtu přenesených datových bitů za vteřinu, protože jsou navíc přenášeny bity start a stop.[11]



Obr. 2.1: UART rámeček [12]

2.2 Protokol

Komunikační protokol, který je použit pro vzájemnou výměnu dat mezi externí a informační jednotkou je někdy také nazýván, jako binární, což v našem případě znamená, že spíše než textové řetězce jsou přenášeny datové struktury. Při jeho návrhu byl kladen důraz na rychlou a efektivní výměnu dat v kombinaci s prvky pro kontrolu případných chyb v přijatých paketech. Protokol má odlišný formát pro požadavek a pro odpověď.

2.2.1 Formát Požadavku

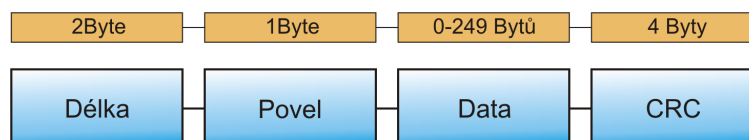
Tento druh zprávy se využívá, jak pro žádost o data například z modulu GPS, tak pro nastavení případných parametrů v externí jednotce. Tento druh zprávy je vzhledem k topologii generovaný pouze a vždy řídicí stranou v tomto případě informační jednotkou. Nyní si podrobněji rozebereme formát zprávy odpovídající požadavku.

Délka - Jako první informace je přijímána délka o velikosti 2 Byte.

Povel - Poté následuje informace o činnosti nebo také povel o velikosti 1Byte.

Data - dodatečné informace, které jsou využívány u konkrétních operací například k nastavení případných parametrů. V případě kdy se jedná pouze o žádost nikoli o nastavení je tento parametr vynechán. Velikost této položky je od 0 po 249 Bytů

CRC - Kontrolní součet. Výpočet je prováděn sečtením všech bytů. Na cílové straně je porovnáním přijatého a výpočtem určeného CRC provedena kontrola.



Obr. 2.2: Datový rámec požadavku

2.2.2 Formát Odpovědi

Tento formát zprávy využívá externí jednotka pro reakci na požadavek nebo pro změnu nastavení.

Délka - Jako první informace je přijímána délka o velikosti 2 Byte.

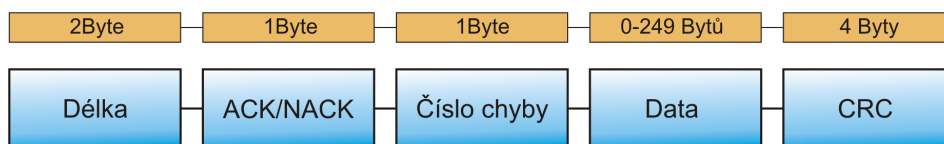
ACK/NACK - Poté následuje informace o přítomnosti chyby o velikosti 1Byte.

Číslo chyby - nese informaci o chybě, která se případně vyskytla během přenosu, například chyba kontrolního součtu nebo neidentifikovaný povel taktéž 1Byte.

Data - dodatečné informace, které jsou využívány u konkrétních operací například

je do této položky vyplněna kompletní datová struktura týkající se dat z modulu GPS. Velikost této položky je od 0 po 248 Bytů

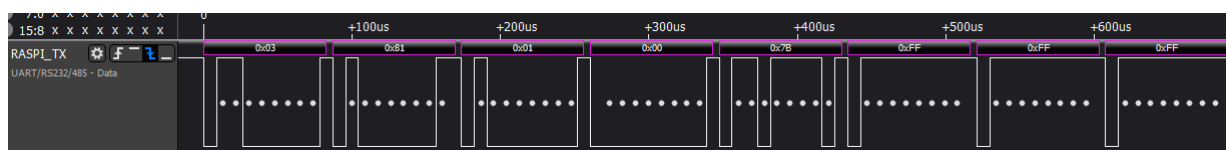
CRC - Kontrolní součet pracující stejným způsobem jako tomu bylo i u formátu požadavku.



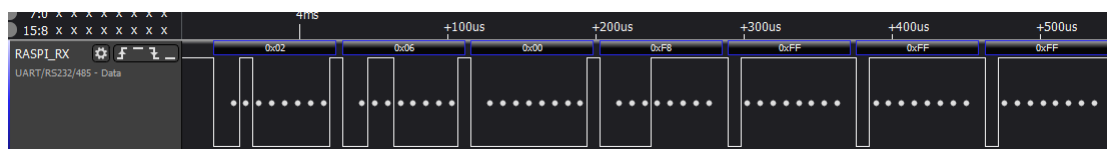
Obr. 2.3: Datový rámeček odpovědi

2.2.3 Logická analýza průběhů

Jednotlivé průběhy požadavku a odpovědi byly nasnímány při testování reálné komunikace mezi informační jednotkou a jednotkou pro sběr telemetrických dat logickým analyzátozem LA2016 od společnosti KingstVis. Výsledek průběhu požadavku můžeme vidět na obrázku 2.4 a odpověď potom na obrázku 2.5.



Obr. 2.4: Nasnímaný průběh požadavku

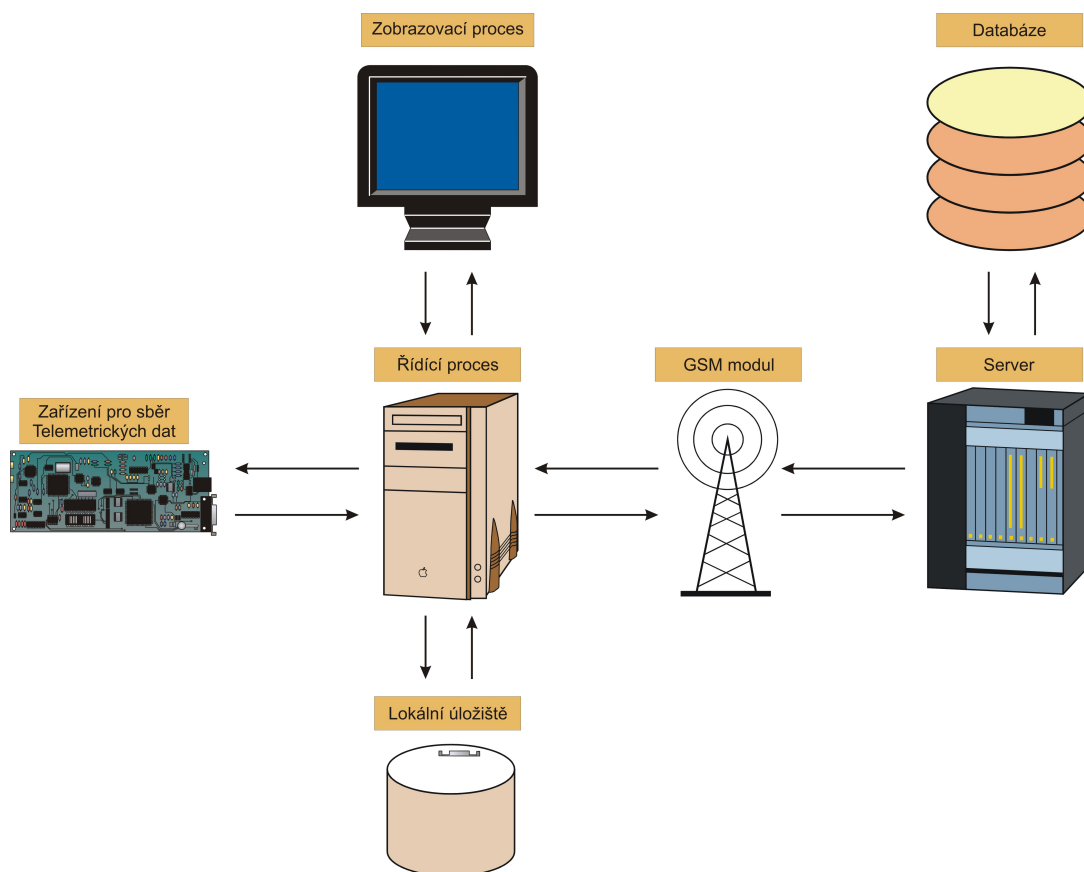


Obr. 2.5: Nasnímaný průběh odpovědi

3 Architektura systému

Jelikož bylo zapotřebí realizovat komunikaci s externí telemetrickou jednotkou pro výměnu dat, bylo nutné vhodným způsobem zvolit architekturu celého systému. Komunikační část aplikace, nazývejme ji řídicí, obstarává komunikaci s externí jednotkou a zároveň propojuje celý systém s GSM sítí pro monitoring vozidla. Tato řídicí část aplikace je realizována v jazyce C#. Pro tento jazyk nebyla dostupná vhodná grafická podpora, která byla zapotřebí pro tvorbu grafického rozhraní zobrazovacího systému. Proto byla aplikace rozdělena do dvou částí, z nichž jedna ta řídicí obstarává všechny potřebné komunikace, druhá část obstarává grafické zobrazení. Tato druhá část je realizována jako HTML stránka s využitím CSS stylů pro grafickou úpravu a celá její funkcionality je psána v jazyce JavaScript.

Pomocí GSM sítě komunikuje řídicí část aplikace se serverem pro realizaci online monitoringu vozidla a také pro průběžné ukládání dostupných telemetrických dat. Na serveru je dostupná MySQL databáze, pomocí které jsou ukládány a zobrazovány přijatá data.



Obr. 3.1: Architektura systému

3.1 Komunikace se zařízením pro sběr dat

Komunikace mezi jednotkami probíhá prostřednictvím již zmíněného UART metodou Master Slave, přičemž informační jednotka je v tomto případě master. Master vysílá na sériovou linku datový rámec definovaný protokolem, kterému rozumí obě zařízení na lince. Slave tento rámec přijme a podle stanovených pravidel na něj odpoví. Celý přenos je zabezpečen kontrolním součtem a maximálním časem pro jeho uskutečnění. V případě uplynutí tohoto stanoveného času dochází ke zopakování zprávy.

Celý proces výměny dat probíhá v pravidelných intervalech. Délka těchto intervalů souvisí s časovou prodlevou odezvy jednotlivých modulů, například datová struktura modulu GPS je synchronizována každou vteřinu, neboť s touto periodou jsou data z GPS snímána do externí jednotky. Naproti tomu pohybová data vozidla, která se mění s mnohem větší frekvencí, která ovšem pro stabilitu spojení a snížení chyb celého systému není akceptovatelná. Z těchto důvodů jsou tyto data snímána každých 100 milisekund. Obsah jednotlivých datových struktur, které jsou podrobněji popsány včetně významu jednotlivých bitů můžeme vidět viz příloha `datove_struktury`.

Vzhledem k tomu, že celý systém komunikace je realizován v neblokujícím režimu, je nutné vyřešit časovou posloupnost jednotlivých reakcí modulu, který komunikaci realizuje. Tento modul je realizován frontou do které systém a případně i interaktivně uživatel přidává jednotlivé povely, které se mají vykonat. V modulu společně s frontou je také i časovač, který po každé úspěšné komunikaci s časovou prodlevou zajištěnou právě časovačem odbavuje další požadavek, který je právě na řadě.

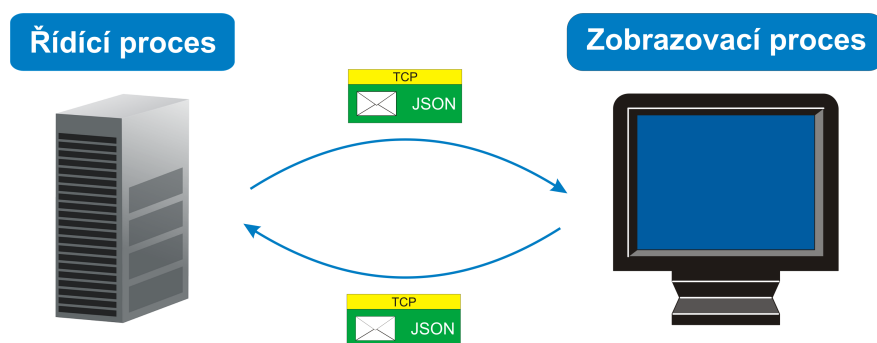
3.2 Komunikace mezi procesy

Pro správnou funkčnost komunikace je zapotřebí definovat protokol, jehož způsob interpretace jednotlivých informací bude pro oba procesy realizovatelný. JavaScript v němž je realizován jeden proces je ovšem netypový jazyk, tzn. datový typ se konkrétní proměnné přiřazuje až po jejím vytvoření. Tento jazyk má 6 základních datových typů a těmi jsou String, Number, Boolean, Object, Null, Undefined. Je tedy poměrně obtížné v tomto jazyku vytvořit například pole bytů pro přenos informací mezi procesy. Z tohoto důvodu byl pro přenos informací zvolen formát dat typu JSON (z angl. JavaScript Object Notation).

Je to odlehčený formát pro výměnu dat. Je jednoduše čitelný i zpracovatelný člověkem a snadno analyzovatelný i generovatelný strojem. Je založen na podmnožině Programovacího jazyka JavaScript, Standard ECMA-262 3rd Edition - December 1999. JSON je textový, na jazyce zcela nezávislý formát.[8]

Tento formát již je použitelný, neboť s ním umí pracovat oba naše procesy. Dalším stěžejním bodem je propojení jednotlivých procesů z hlediska systému tak, aby spolu mohli navzájem komunikovat. Na výběr máme ze tří možností a to výměna dat skrze RAM paměť, v rámci sítě a to protokoly UDP nebo TCP. Co se týče RAM paměti je tento druh výměny dat nevhodný z hlediska vzdáleného ladění. Ne všechny procesy, které spolu mají komunikovat běží v době ladění na cílovém zařízení a mohou přistupovat do paměti RAM. Bereme tedy v úvahu druh výměny dat prostřednictvím sítě, protokol UDP je použitelný ale nevhodný z hlediska toho, že není v rámci sítě automaticky potvrzován, čehož bychom chtěli dosáhnout. Konečná volba je proto síťový druh spojení typu TCP, který je automaticky potvrzován a řeší se zde i opakování špatně přijatých nebo ztracených paketů. Zbývá nám tedy určit, která strana bude z hlediska TCP spojení brána jako server a která jako klient. V rámci běhu celé aplikace mohou nastat stavy, během kterých zobrazovací část systému neboli display může být z jakýchkoli důvodů nepřítomna, což nikterak neovlivní chod celé aplikace, nýbrž by mohla zaneprazdňovat řídicí proces tím, že by se opakovaně pokoušel navázat spojení, pakliže by byl v roli klienta. Z těchto důvodů byla topologie spojení koncipována tak, že řídicí proces bude v roli serveru a zobrazovací proces bude v roli klienta. Jednotlivé zprávy jsou posílány pomocí již zmíněného formátu dat typu JSON .

Pro odlišení významu jednotlivých zpráv, ať už ze strany zobrazení, nebo ze strany řízení, jsou jednotlivé zprávy opatřeny identifikátory, které napomáhají určit význam těchto zpráv. Jelikož se jedná o textový formát dat jsou identifikátory taktéž pro lepší čitelnost typu String.



Obr. 3.2: Druh síťového spojení a způsob komunikace mezi procesy

4 Archivace telemetrických dat

Z komunikace s externí telemetrickou jednotkou máme k dispozici dva druhy telemetrických dat. A to data získaná z GPS modulu a data z vozidla týkající se informací o rychlosti, spotřebě, počtu ujetých kilometrů nebo logických stavů odpovídajících stavům dveří vozidla.

Pro jednoznačné odlišení jednotlivých archivovaných dat v souborovém systému informační jednotky, jsou tyto informace zaznamenávány do jednotlivých souborů s názvy nesoucích informaci o čase a datu vytvoření těchto souborů.

Pro archivaci výše zmíněných dat jsou užity dva druhy formátu dat a to GPX a CSV.

4.0.1 Formát dat GPX

Formát GPX je používán celou řadou programů, která vizualizují GPS data do map různých společností.

Je to odlehčený formát pro výměnu GPS dat zahrnujících informace od jednotlivých bodů až po ucelené trasy. Vnitřní struktura formátu je obdobná jako tomu je i u formátu XML.[17]

4.0.2 Formát dat CSV

Formát CSV je standardizovaný textový formát pro reprezentaci tabulkových dat. Jednotlivé řádky tabulky jsou zapsány, jako řádky textového souboru oddělené pomocí CRLF. Údaje v řádku tabulky jsou zapsány, jako řetězce oddělené čárkou.[18]

4.1 Archivace GPS dat

Tato informační jednotka již má k dispozici data z připojeného GPS modulu ve formátu daném datovou strukturou, která je zároveň použita při přenosu dat mezi externí telemetrickou a touto informační jednotkou. Tyto data jsou ukládány s pevnou periodou bez ohledu na změnu těchto dat pro případnou optimalizaci do formátu GPX.

Pro uložení potřebných dat do souboru jsou použity tyto značky, které je možné vidět v tabulce 4.1.

Tab. 4.1: Použité značky pro vytvoření GPX souboru

Využitá značka	Význam
gpx	Identifikace formátu souboru
version	Vyžadovaný parametr v gpx souboru, určující verzi gpx schématu
creator	Vyžadovaný parametr v gpx souboru, určující autora nebo software, který případný soubor generuje
trk	Začátek trasy
name	Volitelný název pro konkrétní trasu v souboru
trkseg	Začátek segmentu trasy
trkpt	Značka jejíž obsah nese informaci o konkrétním bodě na trase včetně telemetrický údajů
lon	Informace o zeměpisné délce
lat	Informace o zeměpisné šířce
course	Značka v těle trkpt pro uložení azimutu
ele	Značka v těle trkpt pro uložení nadmořské výšky
sat	Značka v těle trkpt pro uložení počtu satelitů
speed	Značka v těle trkpt pro uložení rychlosti vozidla
time	Značka v těle trkpt pro uložení časového údaje

Dále se tyto data také ukládají společně s vozidlovými daty do formátu CSV a to pro možnost případného načtení těchto dat do informačního rozhraní, které umožňuje import tohoto formátu dat.

4.2 Archivace vozidlových dat

Máme k dispozici z externí telemetrické jednotky strukturu pohybových dat, která obsahuje, jak bylo již zmíněno informace o aktuální spotřebě, rychlosti, počtu ujetých kilometrů, venkovní teploty a dalších informací. Tyto informace jsou periodicky ukládány jak již také bylo zmíněno společně s GPS daty ve formátu CSV do příslušného souboru.

Tab. 4.2: Struktura získaných a uložených dat

Formát	Proměnná	Popis
uint16_t	Speed	Aktuální rychlost auta
uint16_t	Avg_speed	Průměrná rychlost auta
uint16_t	Km_trip	Ujetá vzdálenost v kilometrech od zapnutí klíčku
uint16_t	Timetrip	Čas od zapnutí klíčku
uint32_t	Km_total	Celková ujetá vzdálenost auta
uint16_t	Fuel	Množství spotřebovaného paliva
uint16_t	Avg_consumption	Průměrná spotřeba
uint16_t	Act_consumption	Aktuální spotřeba
int16_t	Temp_In	Teplota uvnitř vozu
int16_t	Temp_Out	Venkovní teplota
int16_t	Temp_water	Teplota chladicí kapaliny
uint16_t	Voltage_batt	Napětí autobaterie
uint8_t	Door	Obsahuje informace otevření/zavření všech dveří
uint8_t	Indication	Informace- zapnutí/vypnutí klíčku a další systémové bity

5 Návrh grafického rozhraní

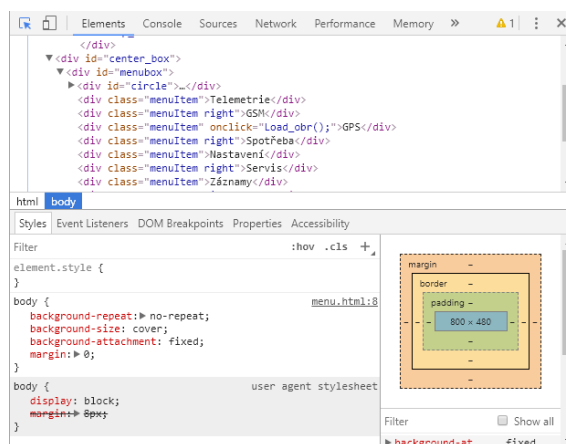
Pro návrh grafického prostředí pod operačním systémem Linux je využit framework Node.js. Tento nástroj je open source tedy s otevřeným kódem a také multiplatformní. Jak již bylo řečeno, nástroj je multiplatformní a tudíž nám dovoluje vytvořit patřičnou aplikaci, v tomto případě grafické rozhraní na našem stolním počítači a výsledek pak jednoduše spustit na cílové platformě. Sám o sobě je to v podstatě nástroj pro tvorbu konzolových aplikací v jazyce JavaScript. Avšak co je neskonanou výhodou tohoto nástroje, je možnost instalace doplňkových balíčků, které rozšiřují funkčnost. Jedním z nich je právě balíček s názvem Electron, který budeme dále používat pro tvorbu a pro užívání grafického rozhraní.

Balíček Electron umožňuje načíst do okna naší aplikace webovou stránku se všemi náležitostmi. Jak již bylo řečeno, tvorba webové stránky je psána ve značkovacím jazyce HTML.

5.1 Nástroje pro tvorbu

Pro tento styl tvoření grafických aplikací není stále dostupné studio, které podporuje způsob tvorby, jako již známé Visual Studio s grafickým designérem. Proto veškerá tvorba grafického rozhraní probíhá v prostředí Visual Studio Code. Zde probíhá tvorba použitím HTML značek a použitím CSS stylů dosáhneme grafické úpravy zobrazení. Doplňkový vývoj, samotné testování a odladování grafické části probíhá ve spuštěné části aplikace ve vývojovém režimu, který se chová jako internetový prohlížeč Google Chrome. Prohlížeč v sobě má integrovanou funkci, kterou označuje jako nástroje pro vývojáře viz Obr 5.1.

Obr. 5.1: Developer tools, nástroj pro debugování kódu webové stránky. Nativně je součástí webového prohlížeče Google Chrome



Tento nástroj obsahuje náhled jednotlivých elementů, které jsou již obsaženy ve vytvořené HTML stránce. Součástí tohoto nástroje je i pod záložka označená jako Styles, která zobrazuje již načtená pravidla zobrazení jednotlivých prvků. Tyto pravidla jsou definovány CSS styly a tento nástroj taktéž umožňuje interaktivně měnit, přidávat a mazat tyto pravidla zobrazení. Nativně je také součástí této sady kontrola syntaxe a automatické doplňování těchto položek. Pokud dojde k nesprávné interpretaci položky, která nám definuje zobrazení daného prvku, nebo není syntakticky v pořádku je tato položka vyňata z okruhu pravidel pro zobrazení a tato skutečnost je indikována žlutým trojúhelníkem pro upozornění uživatele. Dále pak konzolu, do které lze pomocí JavaScriptu vypisovat hlášení. Je zde podpora i různých barev pro jednotlivé druhy výpisů pro lepší orientaci v kódu. Nástroj mimo jiné obsahuje i sadu pro monitorování příchozích a odchozích síťových paketů, které jsou v dané aplikaci užity. Pod záložkou označenou jako Network lze tuto sadu najít. Zobrazují se zde např. velikosti paketů, doba trvání spojení, dále také typ tohoto paketu, kterým rozlišujeme, jde-li o načtení obrázku nebo o nějaký druh transportu dat pro backend aplikace. Tato komunikace lze filtrovat pomocí tlačítek označených typy těchto spojení. Tento nástroj byl a bude nadále využíván pro ladění komunikace mezi řídicí a zobrazovací částí.

5.2 Kaskádové styly

Kaskádový styl je sada stylistických pokynů, které říkají internetovému prohlížeči jak má být zobrazován HTML dokument uživateli. Pomocí těchto stylů lze specifikovat styl, velikost, barva nebo mezera daného textu. Dokument může obsahovat několik takových to stylů a všechny se mohou podílet na ovlivňování prezentace cílového dokumentu. Pro definování těchto stylů je použit jednoduchý textový jazyk.[20]

5.3 Metoda návrhu rozhraní

U klasických webových stránek je obsah navrhován tak, aby se korektně zobrazoval na různých velikostech zobrazovací plochy. Tento způsob návrhu webových stránek se nazývá responzivní. Vzhledem k tomu, že je velikost zobrazovací plochy dána, je v tomto případě zvolen neresponzivní design na rozdíl od klasických webových stránek.

Nejprve byl proveden průzkum návrhu a analýza stylových grafických prvků, použitých tvarů a způsobu zobrazení jednotlivých informací v grafickém prostředí u známých výrobců automobilů. Po této inspirační části se přikročilo ke stavbě základních kamenů tohoto grafického prostředí.

Při tvorbě jakéhokoli rozhraní, ať už pro webové stránky, nebo pro různé grafické rozhraní je důležité si zpočátku rozvrhnout dostupnou plochu do několika menších částí, nebo chceme-li segmentů, které jsou pak samostatně graficky upravovány a plněny různým obsahem. V prvním kroku byla proto zobrazovaná oblast rozdělena do jednotlivých dílčích částí, které jsou ve zdrojových souborech označovány jako horní část, střední část a nakonec spodní část. Tyto části byly umístěny na konstantní pozice s pevnou velikostí.

Před samotným plněním zobrazované plochy žádaným obsahem je výhodné v dalším kroku provést volbu vhodného podkladu do zobrazované části, pokud nemáme k dispozici již navržený design pohledové části aplikace profesionálním designérem. Jednotlivé zobrazované elementy je dobré oddělovat do pomyslně oddělených bloků, jako například různých panelů s byť tenkým, ale viditelným okrajem, který má za následek lepší konečnou přehlednost zobrazovaných elementů. Chceme-li, aby vzhled působil profesionálněji, je dobré nespočet použitých grafických elementů, ať už samotný text nesoucí různé informace, nebo již zmíněné panely, vybavit stíny nebo některým z dobře zvolených barevných přechodů. Těchto barevných úprav včetně barvy, velikosti, použitého fontu nebo stylu písma lze u webových stránek dosáhnout s pomocí již zmíněných CSS stylů.

Podle těchto podmínek byl proveden další návrh a jednotlivé rozmístění použitých elementů v navrženém grafickém rozhraní.

5.4 Struktura rozhraní

Grafické rozhraní bylo koncipováno dle jistých zvyklostí, které mají i automobilky, tzn. členění obrazovek na hlavní a vedlejší, které zobrazují například statistické informace. Toto grafické rozhraní je rozděleno do několika jednotlivých obrazovek. V našem případě je to hlavní obrazovka, která je navržena takovým způsobem, aby uživateli zprostředkovala všechna pohybová data, která jsou při jízdě středem zájmu, např. aktuální spotřeba, nadmořská výška nebo počet ujetých kilometrů. Další obrazovka je nazvána jako menu, taktéž by ji bylo možné považovat za rozcestník. Nabízí uživateli možnost přejít do různých dalších obrazovek, která zobrazují například data z modulu GPS nebo GSM. Pro odstranění nutnosti zvolit při každém startu v menu hlavní obrazovku dojde vždy automaticky ke spuštění této obrazovky při startu aplikace. V dalších bodech si těchto několik obrazovek představíme a popíšeme údaje a ovládací prvky, které jsou na nich zobrazovány.

5.5 Hlavní obrazovka

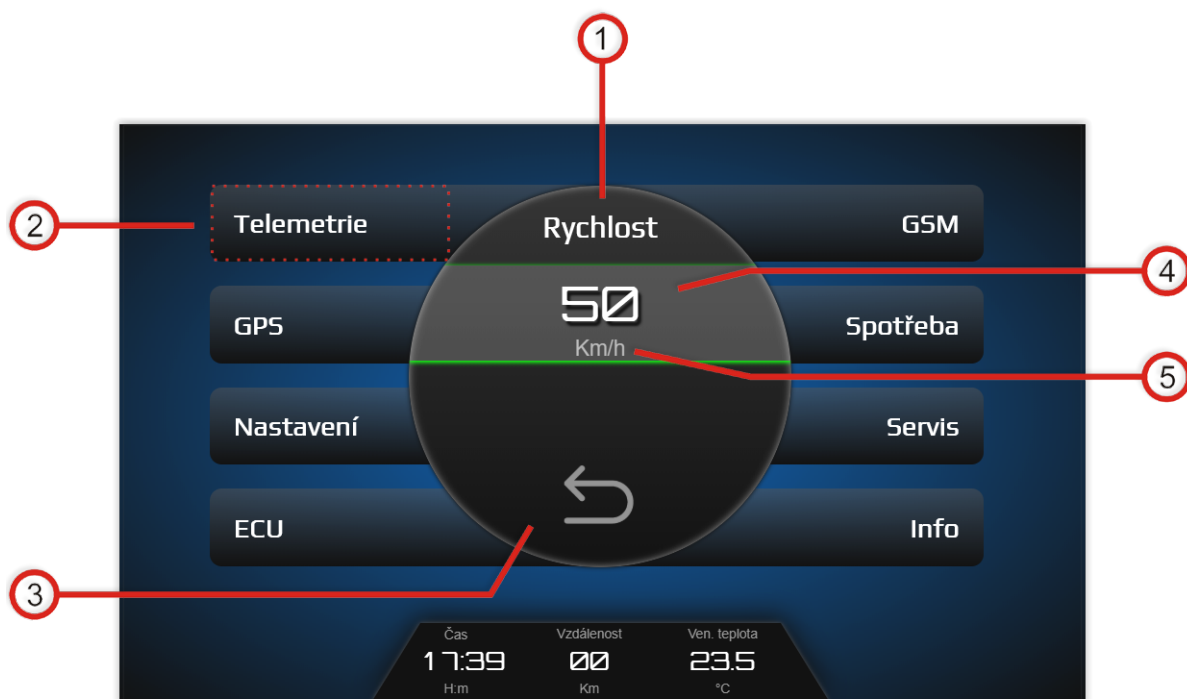
Při návrhu této zobrazovací části byl kladen důraz na zobrazení všech důležitých informací uprostřed obrazovky. Jak můžeme vidět na obrázku 5.2 převážná část informací je umístěna v prostředním panelu nesoucí číslo 1. Každý údaj v tomto panelu má vždy nadpis, který určuje jeho význam a přítomna je i jednotka v které je údaj zobrazován. Po stranách obrazovky jsou umístěny grafy viz bod 2 od společnosti amCharts, které jsou volně dostupné pro nekomerční využití. Bod číslo 3 nám demonstruje, že každý graf je opatřen nadpisem, který nám říká co je v grafu zobrazeno. Pod každým grafem je opět zobrazena informace viz bod 4, označující význam osy y a také aktuální hodnota, kterou znázorňuje bod 5 a příslušné jednotky. V dolní části obrazovky jsou v tomto případě neaktivní šedé ikony, které signalizují stavy systému. Ikona číslo 7 nám říká jestli je zaměřen modul GPS. Po pravé straně ikona s číslem 8 upozorňuje na vybitou baterii. Na pravé straně obrazovky ikona s číslem 9 signalizuje nebezpečí námrazy na vozovce a poslední ikona s číslem 10 upozorňuje na potřebný servisní úkon. Pro přechod do menu jsou zde tlačítka po obou stranách obrazovky.



Obr. 5.2: Hlavní obrazovka

5.6 Menu obrazovka

Tuto obrazovku vyvoláme stisknutím jedné z položek, která je označena jako MENU a tyto položky jsou umístěny po stranách v dolní části hlavní obrazovky. Grafická podoba této obrazovky, která je zobrazena na obrázku 7.1 je velice obdobná stylu rozcestníku. Máme tu jednotlivá tlačítka, které nás v první řadě informují o dostupných obrazovkách v celém grafickém prostředí a také nám umožňují přístup na tyto obrazovky. Například tlačítko s popisem telemetrie označené jako bod 2 nám umožní zobrazit telemetrická data, která jsou poskytována externí jednotkou a která budou dále použita při monitoringu vozidla. Uprostřed obrazovky se nachází kruh propojující jednotlivé položky, který zobrazuje údaj o rychlosti vozidla označeným popiskem jako bod 1 v jednotkách Km/h o čemž hovoří bod číslo 5. V tomto centrálním kruhu je také umístěn symbol šipky označen jako bod číslo 3, kterým je možné se vrátit na hlavní obrazovku.



Obr. 5.3: Menu obrazovka

U každé z obrazovek je ve spodní části blok, nazývejme ho imitace palubní desky, který uživateli zobrazuje informace o aktuálním čase, počtu ujetých kilometrů od zapnutí systému nebo venkovní teplotu.

5.7 Obrazovka pro zobrazení údajů z GPS

Tuto obrazovku vyvoláme stisknutím položky GPS na obrazovce menu. Zobrazují se zde dostupná data z GPS modulu připojeného k externí jednotce. Jedná se o data dle standardu NMEA 0183. Všechny informace jsou zobrazeny v tabulce na obrázku 5.4 s popisem GPS označeným bodem 1. Zobrazené údaje jsou rozděleny do tří bloků. První blok označený na obrázku 5.4 jako číslo 2 poskytuje informace o čase a datu v UTC. Dále pak druhý blok s číslem 3 nese údaje vztahující se k zeměpisné poloze složené z údajů zeměpisná délka a šířka a jako doplňující údaj je nadmořská výška. A nakonec třetí blok s číslem 4 obsahuje údaje týkající se informací o kvalitě signálu, který přijímá modul GPS. Tyto informace jsou složeny z dat jako je počet detekovaných satelitů, kvalita signálu, status, azimut nebo nakonec údaj označený jako poloha. Tento údaj už není spjatý k GPS modulu nýbrž k řídicímu procesu, který bere v úvahu všechna výše zmíněná data a vyhodnocuje zda je poloha platná či nikoli. Ve spodní části obrazovky jsou na obou stranách umístěna tlačítka pro návrat do předchozí obrazovky nazvané jako menu.



Obr. 5.4: Obrazovka pro zobrazení údajů z GPS

6 Rozhraní pro vizualizaci archivovaných dat

Rozhraní je vytvořeno jako forma webové stránky, která je dostupná na vzdáleném serveru s veřejnou IP adresou. Tvorba rozhraní probíhala v jazyce PHP a v JavaScriptu. Struktura rozhraní je rozdělena na backend a frontend.

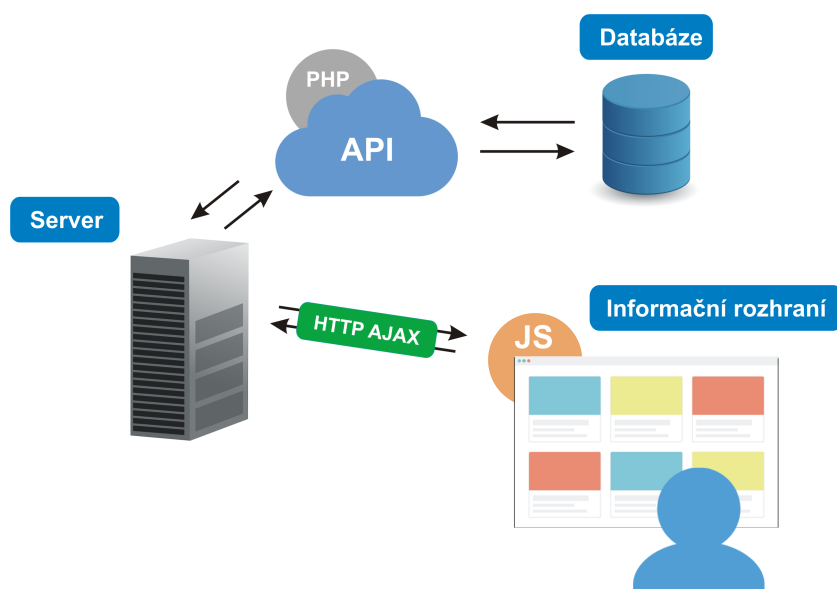
Frontend je část aplikace, která obsahuje vizuální podstatu celé aplikace lze ji rovněž nazývat jako grafické rozhraní. V tomto případě byla tato část realizována ve značkovacím jazyce HTML s využitím CSS stylů pro grafickou úpravu. Dále je zde také využíváno JavaScriptu, který nám dovoluje realizaci spojení s backendem pro dynamickou výměnu dat, což nám dovoluje aktualizovat zobrazovaná data v pravidelných intervalech.

Backend je část aplikace, zajišťující práci s daty a spojení s databází. V tomto případě byla tato část tvořena v jazyce PHP jenž disponuje konektivitou s již zmíněnou databází MySQL, kde jsou uložena data. V této části je také implementováno takzvané API, které na základě požadavků od frontendu provádí selekci dat v databázi, tyto data dále naformátuje dle požadavků a odesílá je jako reakci do části frontendu, která si tyto data vyžádala.

Spojení mezi frontendem a backendem je realizováno pomocí requestů typu XHR neboli Ajax.

Ajax je termín označující druh asynchronního spojení, který využívá protokol HTTP. Tento druh požadavku je vytvářen v jazyce JavaScript pro účelné získání informací ze serveru bez nutnosti znovu načtení celé stránky.[19]

Rozhraní je členěno do celkem 4 bloků, které jsou popsány níže.



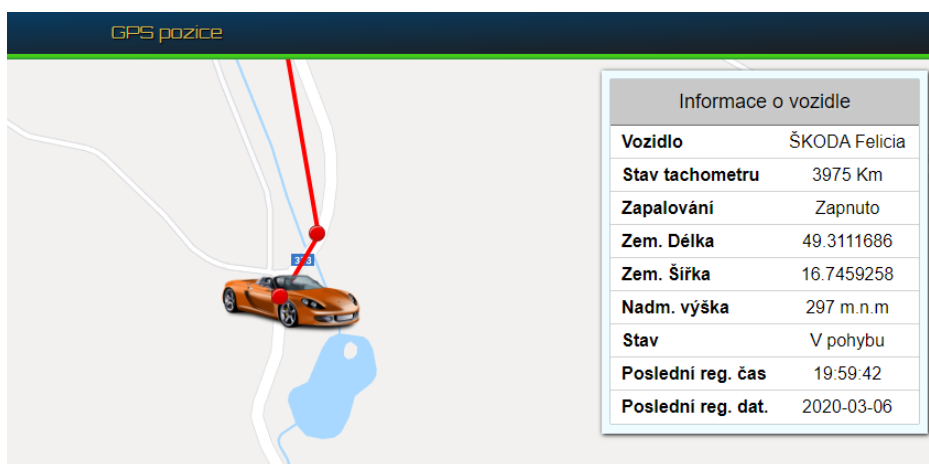
Obr. 6.1: blokové schéma komunikace jednotlivých částí rozhraní

6.1 Zobrazení posledních aktivit zařízení

Při přihlášení do systému jsou uživateli na úvodní kartě rozhraní zobrazeny informace týkající se poslední aktivity zařízení respektive název zařízení, dále pak IP adresa ze které se zařízení připojilo a časový údaj posledního záznamu. Dále stav připojení vozidla zda-li je stále připojené a schopné online monitoringu či nikoli a nakonec údaj týkající se informace či vozidlo stojí nebo je v pohybu. Tato sekce také slouží pro vybrání vozidla, na které bude v dalších částech tohoto rozhraní nahlíženo. Aktuálně zvolené vozidlo je poté zobrazeno v levé části pod nabídkou možností.

6.2 GPS pozice

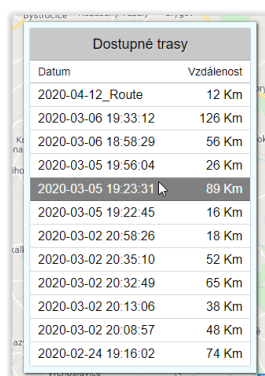
V této části rozhraní se zobrazují poslední přijaté telemetrické údaje a také trajektorie vozidla, která je tvořena přijatými GPS daty. Frontend aplikace zobrazuje data, která se získávají v pravidelných intervalech od API. V části API, která se stará o selekci dat pro tento blok rozhraní, probíhá kontrola zda-li jsou k dispozici nové body pro zobrazení. V případě, že došlo k přijmutí nových bodů, je z API navrácen bod případně více bodů, které se mají zobrazit do mapy pro vykreslení trajektorie. Pro zobrazení GPS dat a dalších elementů jsou využity mapy od společnosti Google Maps. Způsob zobrazení trajektorie vozidla je dále podrobněji popsán v bodu analýza trasy. Dále jsou zde zobrazeny do informačního panelu, který nese označení informace o vozidle viz obrázek 6.2 jak již bylo zmíněno poslední telemetrická data.



Obr. 6.2: Blok rozhraní GPS pozice s výpisem telemetrických údajů a zobrazením vozidla

6.3 Analýza trasy

Blok rozhraní nazvaný jako analýza trasy je rozdílný od ostatních bloků tím, že není určen pro sledování telemetrických údajů v reálném čase. Disponuje funkcionalitou díky, které si uživatel může zobrazit telemetrická data, která byla rozhraním přijata v průběhu minulých spojení s vozidlem. V pravé části rozhraní je zobrazena nabídka, do které se vypisují jednotlivé názvy uložených cest, respektive jejich časový údaj vytvoření. Spolu s názvem konkrétní cesty je zde i informace o počtu ujetých kilometrů viz obrázek 6.3.



Datum	Vzdálenost
2020-04-12_Route	12 Km
2020-03-06 19:33:12	126 Km
2020-03-06 18:58:29	56 Km
2020-03-05 19:56:04	26 Km
2020-03-05 19:23:31	89 Km
2020-03-05 19:22:45	16 Km
2020-03-02 20:58:26	18 Km
2020-03-02 20:35:10	52 Km
2020-03-02 20:32:49	65 Km
2020-03-02 20:13:06	38 Km
2020-03-02 20:08:57	48 Km
2020-02-24 19:16:02	74 Km

Obr. 6.3: Výpis dostupných tras v analýze trasy

Po vybrání trasy je odeslán prostřednictvím již zmíněného API požadavek do backendu aplikace, kde proběhne selekce dat na základě identifikačního čísla trasy. Tyto data jsou následně vrácena jako odpověď zpět do této části aplikace, kde dojde k jejich zobrazení a to tímto způsobem. Stejně jako blok rozhraní GPS pozice i tento blok je z části vyplněn mapou. Do této mapy jsou zobrazeny všechna GPS data, která byla v průběhu této trasy přijata systémem. Každý bod je zobrazen do mapy prostřednictvím ikony červeného kruhu, který reprezentuje jeho polohu, tyto jednotlivé body jsou dále propojeny červenou čarou.

Začátek a konec trasy je přehledně označen patřičnými symboly. Tyto symboly jsou opatřeny informačním blokem, jenž nese časový údaj pro konkrétní symbol. Tento informační blok se zobrazí při najetí ukazatelem na daný objekt.

6.3.1 Zobrazení telemetrických dat do grafů

Prostřednictvím API jsou dále kromě GPS dat přijata i data týkající se nadmořské výšky nebo rychlosti vozidla. Tyto data se zobrazují do příslušných grafů. Tyto grafy jsou při prvotním načtení bloku analýzy trasy skryty, jakmile dojde k výběru konkrétní trasy dojde k jejich zobrazení. Pro počáteční podmínky aplikace jsou

zobrazeny pouze 3 druhy grafů a to graf pro zobrazení výškového profilu trasy dále pak rychlost vozidla v průběhu trasy nebo graf s aktuální spotřebou vozidla v čase. Jednotlivé grafy jsou přehledně označeny nadpisy charakterizující měřenou veličinu. Dále pak ovládacími prvky v podobě tlačítek a nakonec indikátorem, který se týká daného segmentu dat, tato problematika bude dále přiblížena. Při najetí ukazatelem na konkrétní bod v grafu je zobrazen informační blok, kde je zobrazena časová značka dále název měřené veličiny a nakonec hodnota měřené veličiny včetně jednotek. Součástí jednotlivých grafů je také možnost zvolení konkrétního časového úseku. Tato část je viditelná v horní části jednotlivých grafů. Je k dispozici možnost zobrazit konkrétní časový úsek nebo celý graf volbou zobrazit vše, přičemž je v systému automaticky po načtení nastavena možnost zobrazit celý graf. Konkrétní náhled na celý blok grafu včetně ovládacích prvků viz obrázek 6.4.

Tento typ grafu od společnosti amCharts má omezen maximální počet dat, které je možné zobrazit a to na 900 údajů. Tento graf je provozován s využitím volné licence s podmínkou zobrazení malého loga, což je v tomto případě splněno. Pro zobrazení telemetrických údajů je použita minimální jednotka na ose x respektive časové osy a to jedna vteřina. Jelikož jsou data z informační jednotky vzorkována každou vteřinu, byl by maximální počet dat pro zobrazení vyčerpán po 900 vteřinách respektive 15 minutách. Pro tuto skutečnost byly k jednotlivým grafům přidány ovládací prvky včetně indikátoru daného segmentu. V indikátoru konkrétního segmentu je vždy za lomítkem zobrazen údaj týkající se hodnoty násobku maximálního počtu dat. Před lomítkem je potom vždy při prvním načtení celé trasy číselný údaj jedna identifikující první segment telemetrický dat dané trasy. Tento údaj je dále aktualizován po použití konkrétního ovládacího prvku. V případě, který je uveden na obrázku 6.4 je proto k dispozici více jak 1800 dat pro zobrazení. Přejít mezi jednotlivými segmenty trasy je prováděn pomocí ovládacích elementů Předchozí a Následující. V těchto případech je prostřednictvím API generován odlišný požadavek, ve kterém jsou obsaženy údaje týkající se začátku a konce požadovaného segmentu dat pro zobrazení s identifikátorem konkrétního grafu.



Obr. 6.4: Graf pro analýzu výškového profilu trasy

6.4 Telemetrie vozidla

Blok rozhraní nazývaný jako telemetrie vozidla zobrazuje data, ze zvoleného vozidla v reálném čase do jednotlivých oddělených panelů po stranách zobrazovací části. Každá buňka obsahuje název a jednotky zobrazované veličiny.

Ve středu tohoto grafického prvku je umístěn obrázek vozidla, pomocí kterého jsou reprezentovány jednotlivé stavy dveří vozidla. Jakmile jsou některé z dveří otevřeny, je na jejich původním místě zobrazena průhledná červená plocha a na jejich nynějším místě ikona reprezentující stav otevření.

Ve střední části nad obrázkem vozidla se dále zobrazují ikony odpovídající aktivitě zapalování nebo stavu zaměření GPS modulu.

Ve spodní levé části obrazovky je poté umístěn údaj nesoucí časovou informaci o další očekávané telemetrii.

Ve spodní prostřední části obrazovky je dále signalizován stav spojení celé telemetrie. Je-li telemetrie z vozidla aktivní je zobrazen blok viz obrázek v příloze C, pokud tomu tak není je zobrazen červený blok s popisem OFFLINE.

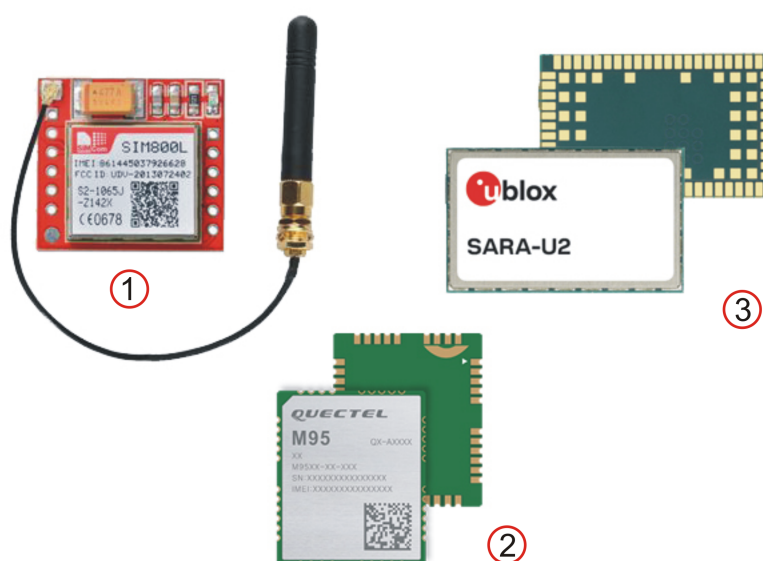
7 Online monitoring

Pro realizaci online monitoringu vozidla bylo nutné celý systém připojit pomocí modulu GSM k mobilní síti. Jelikož se jedná pouze o informační pakety, které obsahují logické stavy jednotlivých vstupů a některé fyzikální veličiny, jako je například rychlost vozidla nebo aktuální spotřeba, není nutné klást důraz na rychlost spojení.

Bylo zapotřebí zvolit vhodný modul, který lze připojit k našemu jednodeskovému počítači přes dostupná rozhraní to je přes UART, Ethernet, nebo USB.

7.1 Výběr zařízení

Na trhu je celá řada GSM modulů s obdobnými parametry. K porovnání byly vybrány tyto GSM moduly. Srovnání jednotlivých parametrů viz tabulka 7.1. Jelikož u tohoto projektu není kladen důraz na rychlost spojení, všechny tři moduly se všemi uvedenými parametry vyhověly našim požadavkům. Byla proto volba stanovena na základě cenové dostupnosti a předchozích zkušeností. Proto byl zvolen modul SIM800L, který vyhověl nejlépe parametrickým i cenovým požadavkům a byl již otestován v předchozích projektech.



Obr. 7.1: GSM moduly - s číslem jedna SIM800L, s číslem 2 QUECTEL M95, s číslem 3 Ublox SARA-U2[13][14][15]

Tab. 7.1: Porovnání jednotlivých GSM modulů

Parametr	SIM800L	QUECTEL M95	Ublox SARA-U2
Napětí	3,4 až 4,4V	3,3 až 4,6V	-0.3 až 5,50 V
Pracovní teplota	-40°C až +85°C	-35°C až +80°C	-40°C až +85°C
GPRS data downlink	85,6 kbit/s	85,6 kbit/s	7,2 Mbit/s
GPRS data uplink	85,6 kbit/s	85,6 kbit/s	5,76 Mbit/s
TCP/IP	Ano	Ano	Ano
PAP protokol	Ano	Ano	Ano
Odběr proudu (Datový režim)	0.4 A	0.404 A	0.6 A
Odběr proudu (Špičky)	2 A	2 A	1.9 A
Sériový port rychlost	1200bps až 115200bps	4800bps až 115200bps	1200bps až 921600bps

7.2 GSM modul SIM800L

Modul je pro základní vyčtení parametrů a nastavení připojení k síti provozován v takzvaném AT režimu. Je to režim při kterém modul reaguje na AT povely posílané na komunikační linku v tomto případě jednodeskovým počítačem. Tyto povely jsou podrobněji popsány v dokumentaci modulu viz [16]. Pro uskutečnění datových přenosů pro online monitoring je tento modul systémem uveden do datového režimu. V datovém režimu se využívá PAP protokol, kterým komunikuje přímo operační systém jednodeskového počítače s GSM modulem. Díky tomuto způsobu komunikace se modul jeví v operačním systému jako síťový adaptér a jakékoli znovu obnovení připojení k mobilní síti je nadále v kompetenci operačního systému.

7.3 Sériový port pro GSM modul

Náš jednodeskový počítač Raspberry Pi sice disponuje více sériovými porty, ale jen jeden z nich je vyveden ve vhodné formě na GPIO piny. Tento sériový port je ovšem již použit pro komunikaci s jednotkou pro sběr dat. Bylo tedy zapotřebí zvolit náhradu.

Nejprve byl testován sériový port, který byl softwarem operačního systému emulován s využitím patřičného ovladače. Experimentálně byli testovány dvě komunikační rychlosti 115200Bd a 9600Bd. Při rychlosti 115200Bd byla nestabilní komunikace už ve fázích inicializace připojení. Druhá rychlost tedy 9600Bd se už jevila jako stabilní, ale při přechodu do komunikačního režimu a aktivního vysílání dat z řídicího procesu docházelo k výpadkům a k úplným ztrátám spojení a výpadkům celé komunikace s GSM modulem. Tento způsob se tedy ukázal jako nevhodný.

Použit tedy byl převodník s obvodem CP2102N, který převádí USB sběrnici z na sériový port. U tohoto řešení se při testování komunikace již neobjevily žádné problémy s nestabilitou spojení.

7.4 Nastavení operačního systému

Na úrovni operačního systému je využita služba pppd, která využívá protokolu ppp (Point to Point protokol). Způsob propojení operačního systému a GSM modulu je uveden v bodě 7.3.

Konkrétní nastavení se rozděluje na dvě části a to na nastavení služby a nastavení komunikace s GSM modulem.

Nastavení služby se provádí ve složce `/etc/ppp/peers/`, kde byl pro tyto účely vytvořen soubor s názvem `InfoUnitGSM`. Do tohoto souboru se uvádí parametry definující způsob připojení to je název APN, komunikační port pro spojení s GSM modulem, přenosová rychlost tohoto komunikačního portu. Dále parametry týkající se nastavení sítě.

Pro nastavení komunikace s GSM modulem se využívá tzv chat skriptů, které jsou po nainstalování služby dostupné v adresářové struktuře `/etc/chatscripts/`. V těchto skriptech jsou již konkrétní AT příkazy, kterými se provádí inicializace připojení.

Jelikož se jedná o připojení k mobilní síti je tato datová komunikace zpoplatněna a bylo zapotřebí zablokovat všechny ostatní nežádoucí komunikace, kterými si operační systém například kontroluje dostupné aktualizace. Toto je řešeno pomocí linux iptables, kde jsou povoleny pouze komunikace, které se u tohoto projektu využívají, vše ostatní je zakázáno.

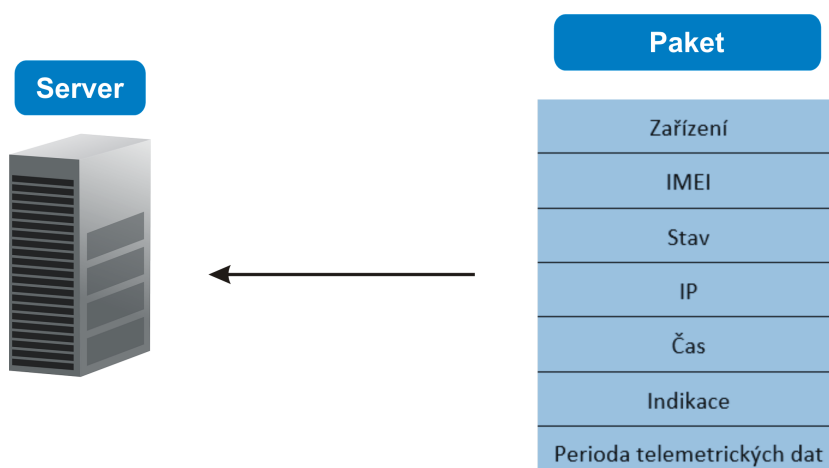
Tuto službu spouští po startu řídicí proces, který si před tím pomocí AT příkazů z modulu vyčte některé informace jako např IMEI, protože po spuštění služby je přenos mezi modulem a operačním systémem pouze binární. Modul běží v takzvaném datovém režimu a není možné si během této komunikace z něj jakékoli parametry vyčítat.

Jakmile je tato služba spuštěna a dojde ke korektnímu připojení k síti, je na úrovni operačního systému touto službou vytvořen síťový interface. Tento interface s

označením pppd má přidělenou IP adresu a díky tomu je možné využívat standardní knihovny dostupné v programovacím jazyce pro síťovou komunikaci.

7.5 Vytvoření relace pro přenos dat

Po úspěšné inicializaci systému a připojení k mobilní síti je z informační jednotky generován paket, který je odeslán na server. Tento paket slouží k předání nezbytných informací, které se týkají například názvu zařízení, koncové IP adresy zařízení nebo periody zasílání telemetrických dat z informační jednotky do informačního rozhraní. Na základě těchto dat zobrazuje informační rozhraní stav aktivity zařízení nebo informační odpočet do zaslání dalších telemetrických dat. Tento paket je zasílán jednak při startu systému a také při vypínání systému v tomto případě pro odhlášení z online sledování. Bližší znázornění blokové schéma viz obr 5.2



Obr. 7.2: Blokové schéma - vytvoření relace pro přenos dat

7.6 Realizace přenosu dat

Přenos konkrétních telemetrických dat je realizován prostřednictvím TCP spojení, kde v roli klienta je toto zařízení. Jednotlivá telemetrická data jsou přenášena ve skupinách. Každou sekundu jsou telemetrická data jako je spotřeba, aktuální rychlost, GPS pozice a další ukládány do fronty. Jakmile tato fronta dosáhne nastaveného počtu telemetrických dat dojde k jejich odeslání. Jakmile server tyto data obdrží odešle potvrzovací paket, který umožní řídicímu procesu tyto telemetrická data označit za odeslané a vymaže je z odesílací fronty. Při této vzájemné výměně je přibližný datový tok 400 bit/s. V případě, že dojde k nějakému druhu chyby ať už na případných

směrovačích nebo vlivem časových omezení dochází k cyklickému odesílání paketu typu UDP. Tento periodicky generovaný UDP paket je určen pro průběžné testování dostupnosti komunikační linky k serveru.

Vzhledem k různým latencím mezi jednotlivými spojovacími uzly je každý paket obohacen o údaj reprezentující čas vytvoření tohoto paketu. Tento údaj je dále uložen s příslušnými daty i do databáze. Celou strukturu paketu je možné vidět v tabulce 7.2.

Tab. 7.2: Struktura dat pro online monitoring

Parametr	Význam
Zařízení	Identifikace zařízení
Rychlost	Rychlost vozidla v km/h
Km trip	Ujetá vzdálenost od posledního vynulování počítadla v km
Km total	Celkové množství ujetých kilometrů vozidla v km
Vnitřní teplota	Teplota v interiéru vozidla °C
Venkovní teplota	Venkovní teplota v °C
Palivo	Množství paliva v nádrži v l
Aktuální spotřeba	Aktuální spotřeba vozidla v l/100km
Průměrná spotřeba	Průměrná spotřeba vozidla v l/100km
Indikace	Údaj o logický stavech např., zapalování, nebo otevřených dveří
Zeměpisná. šířka	Údaj z GPS modulu nesoucí informaci o zem. šířce
Zeměpisná. délka	Údaj z GPS modulu nesoucí informaci o zem. délce
Nadmořská výška	Údaj z GPS modulu nesoucí informaci nadmořské výšce
SYS	Řídící bity určující například začátek trasy
Paket Unix Time	Čas vytvoření paketu

8 Fyzická realizace a testování

Všechny části informační jednotky jsou v současnosti realizovány v této formě viz obrázek 8.1. Jednotlivé komponenty jako Raspberry Pi, GSM modul a potřebný zdroj jsou připevněny k zadní části plastového pouzdra displeje.

Systém aktivně komunikuje s externí telemetrickou jednotkou a probíhá výměna dat. Jakékoli chybné stavy, ať už nedodržení stanoveného času komunikace nebo chyby v přenosu jsou zaznamenávány do souboru. Systém také zobrazuje identifikační a diagnostická data z GSM modulu a skrze něj také aktivně komunikuje se vzdáleným serverem, kam posílá telemetrická data v pevných intervalech.

Díky dostupnému wifi adaptéru také systém posílá skrze UDP přenos aktuální data týkající se chybných stavů systému a dalších událostí všem zařízením připojeným na poskytované wifi síti. Čehož bylo hojně využíváno při odstraňování softwarových chyb během testovacích jízd.

Během těchto testovacích jízd, byly testovány funkce jako je zaznamenávání trasy na lokální úložiště nebo odesílání telemetrických data na server. Systém každé 4 sekundy sejme data, která potřebuje a provede záznam bodu trasy a telemetrický dat do patřičných souborů. Pro představu v případě souboru GPS trasy se jedná orientačně o 170 bajtů každé 4 sekundy tedy za hodinu jízdy je zaznamenáno 153 KB a v případě telemetrických dat se jedná orientačně o 100 bajtů každé 4 sekundy tedy za hodinu jízdy 90 KB. Zde vznikl problém, který ještě není zcela vyřešen a týká se korektního uzavření souborů při automatickém vypínání systému po uplynutí stanovené doby od vypnutí zapalování. Když je totiž zaznamenán stav vypnutí zapalování, je spuštěn odpočet, po jehož uplynutí systém začne ukládat neuložená data a zavírat soubory a po tomto aktu odešle telemetrické jednotce povel k vypnutí systému. Operační systém má, ale integrované vyrovnávací paměti pro optimalizace rychlosti zápisu a čtení na záznamové médium a tento proces někdy zabrání tomu že jsou všechny soubory včas a korektně uzavřeny, to se projevuje neúplnými daty v souboru. Řešení do budoucna je signalizovat operačnímu systému, že dojde k vypnutí systému a je nezbytné uvolnit všechny vyrovnávací paměti.

Samotné odesílání na server bylo v celku bezproblémové nicméně jeden podstatný problém se vyskytl a dále bude popsán níže.

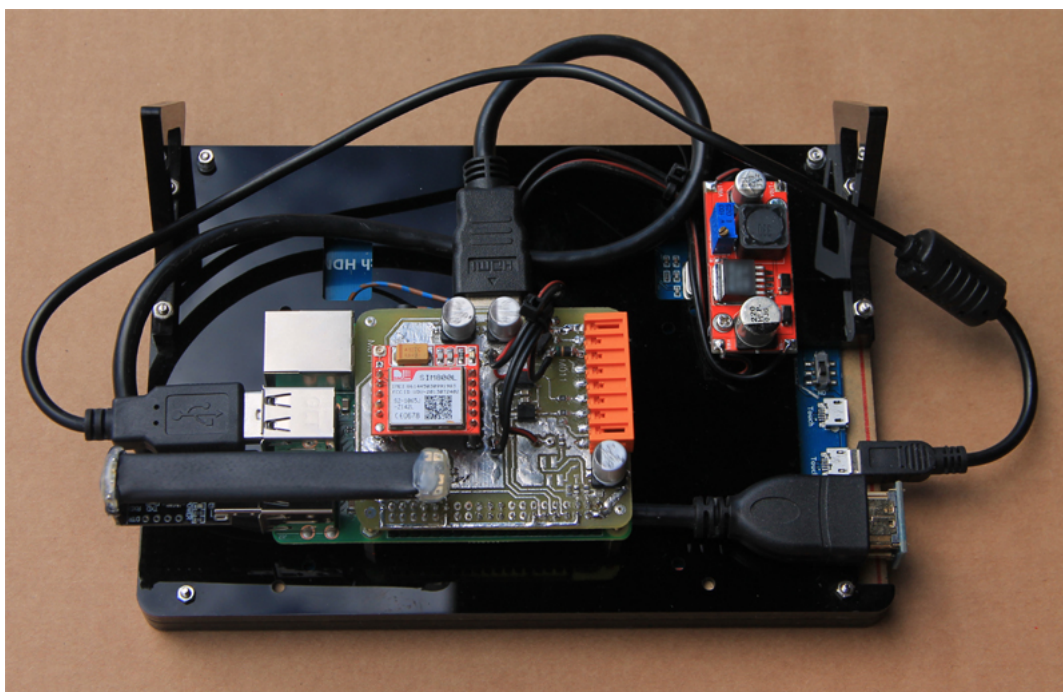
Pro účely připojení GSM modulu k Raspberry Pi byl realizován pomocný shield, který je viditelný na obrázku 8.2.

Vzhledem ke špičkovému odběru GSM modulu je potřeba dimenzovat napájecí zdroj. Shield byl proto v prvotním návrhu vybaven modulárním pulsním zdrojem MP2365 se spínací frekvencí 1.4 MHz. Tento zdroj měl zajistit napájení pro GSM modul, který ke svému provozu potřebuje 4V napájení. Při pulsním odběru ovšem docházelo v důsledku velkého vyzařování k výpadkům USB sběrnice, která je pou-

žita, jak pro komunikaci s GSM modulem, tak pro připojení dotykové plochy. Toto zapříčinilo ztrátu spojení s mobilní sítí a znemožnilo ovládání grafického rozhraní. Zdroj byl tedy nahrazen typem LM2596 se spínací frekvencí 150 kHz. Protože návrh shieldu už s časových důvodů znovu neproběhl je tento externí zdroj umístěn vedle shieldu a pomocí vodičů propojen se stávající elektronikou viz obrázek 8.2. Toto řešení se již jeví jako stabilní.



Obr. 8.1: Ukázka zařízení při testování ve voze



Obr. 8.2: Ukázka zařízení - zadní část

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat zařízení, které rozšíří funkcionality standardního palubního počítače. V úvodu práce probíhala rešerše dostupných jednodeskových počítačů. Okruh těchto zařízení byl omezen určitými parametry jako třeba velikost, cena nebo výkon. Na základě porovnání hardwaru skrze dostupné testy, softwarového vybavení a kvality podpory byl zvolen jednodeskový počítač Raspberry Pi 3 model B+. Co se týče dotykové obrazovky, byl okruh dostupných zařízení dostatečně zúžen hned na počátku díky požadavku, který byl minimálně 7 palců zobrazovací plochy + dotyková vrstva a maximální rozměry, které nám udal interiér cílového vozidla. Těmito požadavky došlo k podstatné selekci a nakonec byl zvolen display od společnosti Waveshare, který disponuje rozhraním HDMI.

Práce se také zabývá návrhem architektury celého systému a to tímto způsobem. Celý systém je řízen skrze řídicí proces, tento proces komunikuje s externí jednotkou pro sběr telemetrických dat. Řídicí proces tyto data také archivuje ve dvou formátech a to GPX a CSV na lokální úložiště. Podrobněji je tento proces popsán v kapitole 4.

Realizace grafického rozhraní je řešena formou webové stránky s využitím frameworku Node.js, což umožnilo vysokou univerzálnost použití. Nicméně se ukázalo, že tato technologie tvorby rozhraní s vysokou úrovní abstrakce není v současnosti dosti optimalizována pro použitý hardware a proto není vhodná pro tvorbu různých animací například v podobě zobrazování grafů v reálném čase.

Na vzdáleném serveru bylo realizováno webové rozhraní, jehož funkčnost je podrobněji popsána v bodě 6 této práce.

Skrze zvolený GSM modul SIM800L je realizován online monitoring vozidla. Jednou z položek informačního rozhraní je blok telemetrie vozidla, kde lze sledovat periodicky příchozí data z řídicího procesu systému a tím i aktivitu vozidla v reálném čase. V kartě GPS pozice potom konkrétní polohu vozidla na mapě.

Po praktickém testování na zkušebních jízdách byly shromážděny podněty ke zlepšení, které jsou včetně jejich řešení popsány v kapitole 8.

Literatura

- [1] UPTON, Eben a Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi: uživatelská příručka*. Brno: Computer Press, 2013. ISBN 978-80-251-4116-8.
- [2] Raspberry Pi *Raspberry Pi 3 Model B+* [online]. [cit. 07. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<https://www.raspberrypi.org/homepage-9df4b/static/8ca4b04c6593a114ae562d25b6161d94/052d8/8c67a3e02f41441dae98f8b91c792c1e1b4afef1_770a5842.jpg>.
- [3] Armbian *Orange Pi 3* [online]. [cit. 14. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<<https://www.armbian.com/wp-content/uploads/2019/06/orangepi3.png>>.
- [4] Raspberry Pi *Touch Display* [online]. [cit. 19. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-touch-display/>>.
- [5] Raspberry Pi *Adapter Board* [online]. [cit. 19. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<https://www.raspberrypi.org/homepage-9df4b/static/2c1e9e27049708b12f8617bc1256134e/052d8/fd8e8ac2c6e7fba2de9d847902ac2700bff33dcd_display-board-2-1458x1080.jpg>.
- [6] Raspberry Pi *Touch Display* [online]. [cit. 19. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<https://www.raspberrypi.org/homepage-9df4b/static/87d1d801287e9d1e0f949ce50ccf0e17/ffbda/c316dc54503b2cfa80ba9dfa29e7d73794a79675_display-front-1-1620x1080.jpg>.
- [7] Waveshare Electronics *7inch HDMI LCD(B)* [online]. [cit. 19. 10. 2019]. Dostupné z URL:
<<https://www.waveshare.com/img/devkit/LCD/7inch-HDMI-LCD-B/7inch-HDMI-LCD-B-1.jpg>>.
- [8] SRIPARASA, Sai Srinivas. *JavaScript and JSON Essentials* Packt Publishing Ltd, 2013. ISBN 13: 9781783286034.
- [9] WAYNE MANION. The Tech Report *ASUS tinker board* [online]. [cit. 03. 11. 2019]. Dostupné z URL:
<https://techreport.com/r.x/2017_02_24_In_the_lab_Asus_Tinker_Board_SBC/tinkerboard-inthelab.jpg>.

- [10] ASUS *Tinker Board* [online]. [cit. 03. 11. 2019]. Dostupné z URL:
<<https://www.asus.com/cz/Single-Board-Computer/Tinker-Board/specifications/>>.
- [11] HRBÁČEK, Jiří. *Komunikace mikrokontroléru s okolím*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999, 159 s. ISBN 80-86056-42-21
- [12] Soliton Technologies *ART Packet Format* [online]. [cit. 04. 11. 2019]. Dostupné z URL:
<<https://www.solitontech.com/wp-content/uploads/2018/09/Soliton-UART-Protocol-Validation-Master-Slave-Byte-Packet-Format.png>>.
- [13] SIMCom *SIM800L* [online]. [cit. 09. 03. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://lastminuteengineers.com/wp-content/uploads/arduino/SIM800L-GSM-Module-with-2dBi-Duck-Antenna.jpg>>.
- [14] ublox *SARA-U2 series* [online]. [cit. 16. 04. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.u-blox.com/en/product/sara-u2-series>>.
- [15] QUECTEL *M95* [online]. [cit. 16. 04. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://www.quectel.com/product/m95.htm>>.
- [16] SIMCom *SIM800L AT Command* [online]. [cit. 12. 03. 2020]. Dostupné z URL:
<https://www.elecrow.com/wiki/images/2/20/SIM800_Series_AT_Command_Manual_V1.09.pdf>.
- [17] TopoGrafix *GPX Formát* [online]. [cit. 20. 03. 2020]. Dostupné z URL:
<https://www.topografix.com/gpx_manual.asp>.
- [18] Otevřená data *CSV Formát* [online]. [cit. 20. 03. 2020]. Dostupné z URL:
<<https://opendata.gov.cz/standardy:csv>>.
- [19] ZAKAS, Nicholas C., Jeremy MCPEAK a Joe FAWCETT. *Ajax profesionálně*. Brno: Zoner Press, 2007. Encyklopedie webdesignera. ISBN 978-80-86815-77-0
- [20] LIE, Hakon Wium; BOS, Bert. *Cascading style sheets: Designing for the web, Portable Documents* Addison-Wesley Professional, 2005

Seznam symbolů, veličin a zkratek

SoC	System on chip
USB	Universal serial bus - univerzální sériová sběrnice
CRC	Cyclic redundancy check - cyklický redundantní součet
ACK	Acknowledgement code - kód pro potvrzení
NACK	Negative acknowledgement code - negativní kód pro potvrzení
LSB	Least significant bit - nejméně významný bit
MSB	Most significant bit - nejvýznamnější bit
USB-HID	Human interface device - zařízení chovající se jako myš nebo klávesnice
I2C	Inter-Integrated Circuit - sériová komunikační sběrnice
RISC	Reduced Instruction Set Computer - redukováná instrukční sada
RAM	Random Access Memory - operační paměť
UART	Universal asynchronous receiver and transmitter - universální asynchronní přijímač a vysílač
UTC	Universal time coordinated - univerzální koordinovaný čas
GPS	Global Positioning System - globální polohový systém
API	Application programming interface
GSM	Global System for Mobile Communications - globální systém pro mobilní komunikaci
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
UDP	User Datagram Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
IMEI	International Mobile Equipment Identity
APN	Access Point Name
GPIO	General-purpose input/output
IP	Internet Protocol
PAP	Password authentication protocol
GPRS	General Packet Radio Service
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
CSS	Cascading Style Sheets - kaskádové styly
XHR	XMLHttpRequest
JSON	JavaScript Object Notation

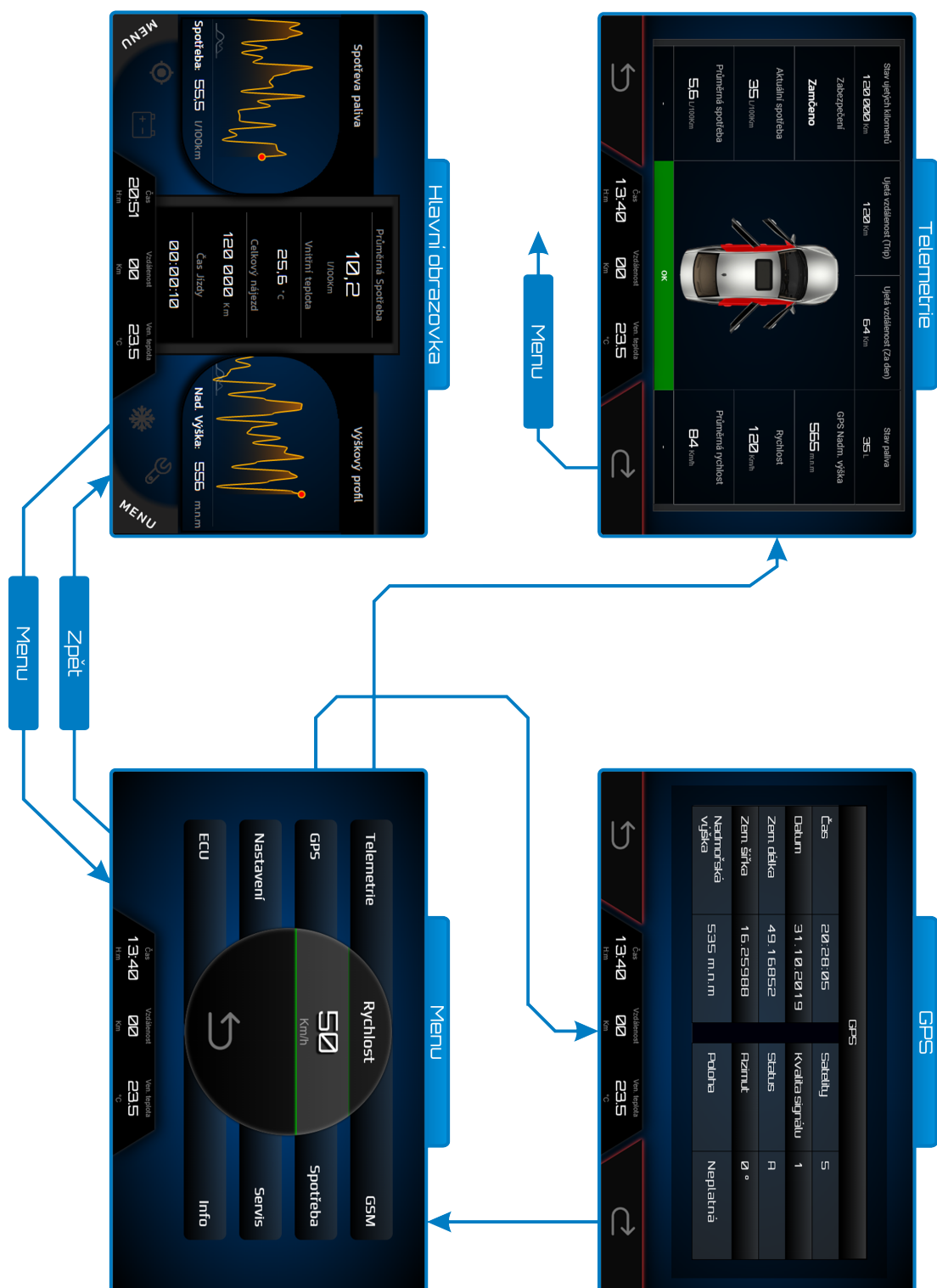
Seznam příloh

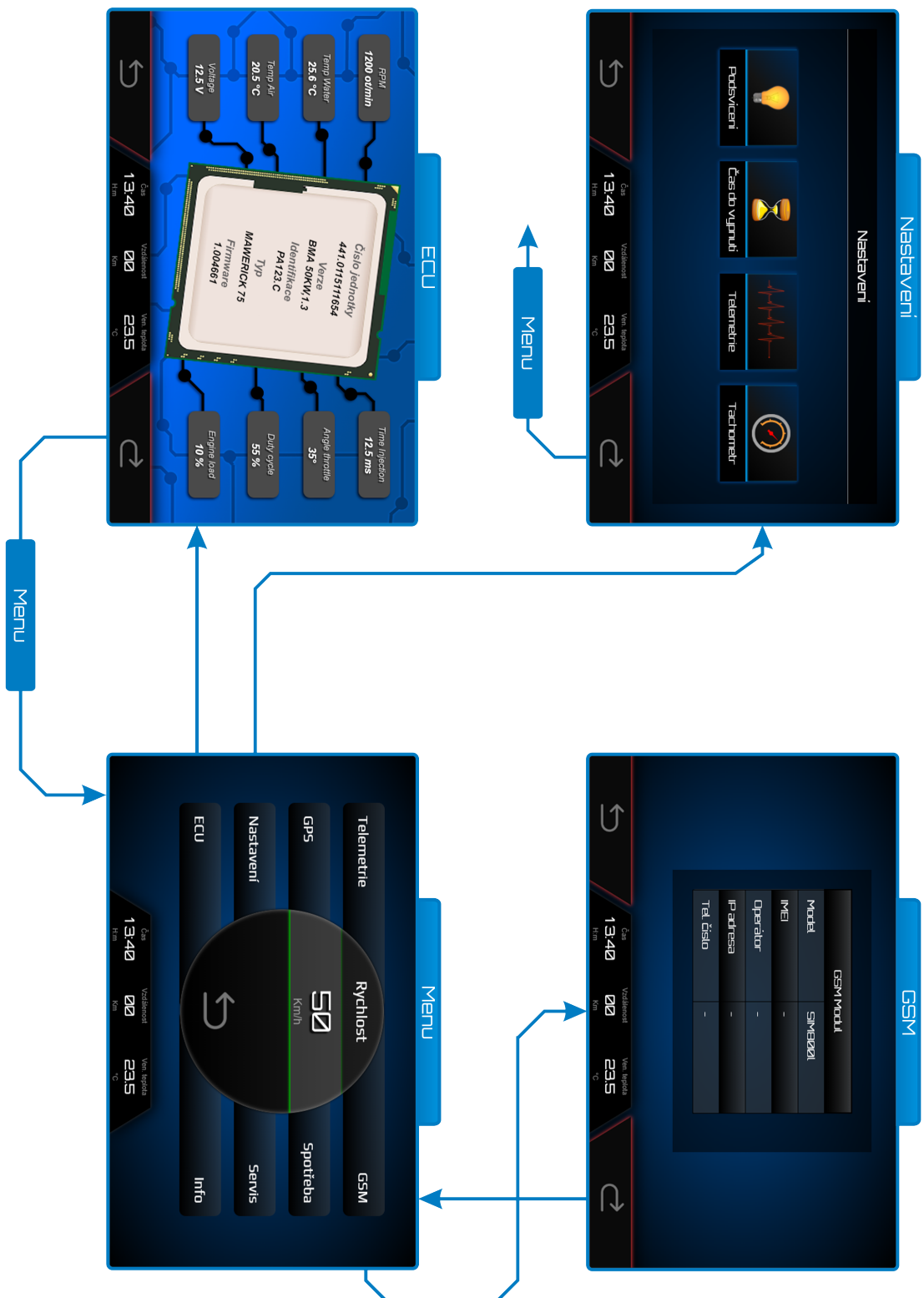
A	Tabulka jednotlivých modelů Raspberry Pi	49
B	Rozvržení obrazovek	50
C	Blok pro online zobrazení telemetrických údajů z vozidla	53
D	Informační rozhraní - Analýza trasy	54
E	Shield pro GSM	55
F	Obsah přiloženého CD	57

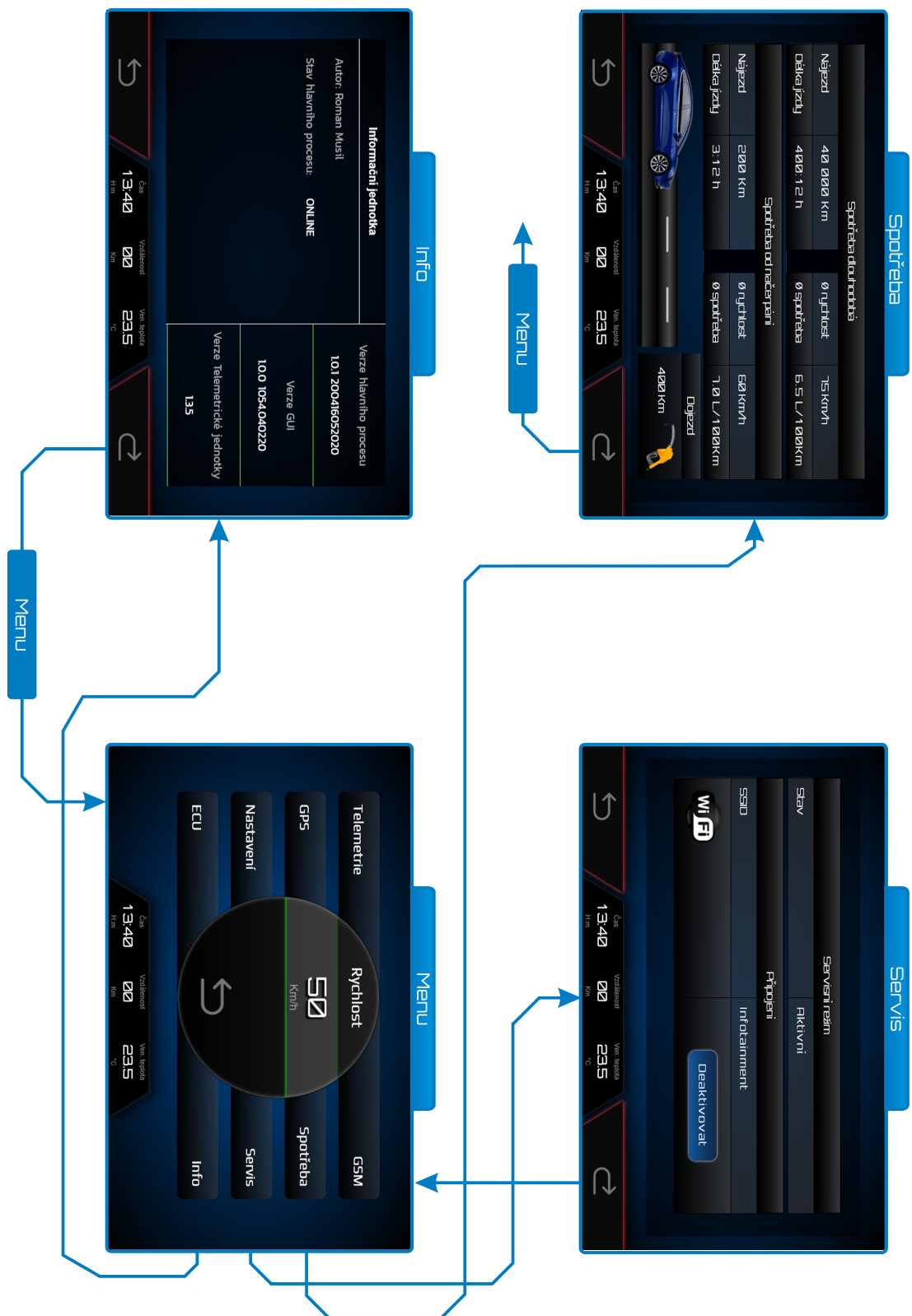
A Tabulka jednotlivých modelů Raspberry Pi

Srovnání Jednotlivých modelů Raspberry Pi							
Model	Procesor	Frekvence	RAM	USB Porty	Ethernet	WiFi	Bluetooth
Raspberry Pi Model A+	BCM2835	700MHz	512MB	1	Není	Není	Není
Raspberry Pi Model B+	BCM2835	700MHz	512MB	4	100Base-T	Není	Není
Raspberry Pi 2 Model B	BCM2836/7	900MHz	1GB	4	100Base-T	Není	Není
Raspberry Pi 3 Model B	BCM2837 A0/B0	1200MHz	1GB	4	100Base-T	802.11n	4.1
Raspberry Pi 3 Model A+	BCM2837 B0	1400MHz	512MB	1	Není	802.11ac/n	4.2
Raspberry Pi 3 Model B+	BCM2837 B0	1400MHz	1GB	4	1000Base-T	802.11ac/n	4.2
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	1GB	2xUSB2 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	2GB	2xUSB2 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711	1500MHz	4GB	2xUSB2 2xUSB3	1000Base-T	802.11ac/n	5.0
Raspberry Pi Zero	BCM2835	1000MHz	512MB	1	Není	Není	Není
Raspberry Pi Zero W	BCM2835	1000MHz	512MB	1	Není	802.11n	4.1
Raspberry Pi Zero WH	BCM2835	1000MHz	512MB	1	Není	802.11n	4.1

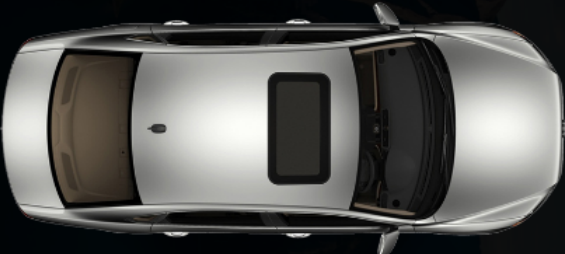
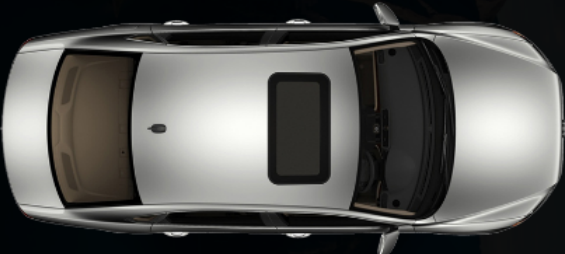
B Rozvržení obrazovek



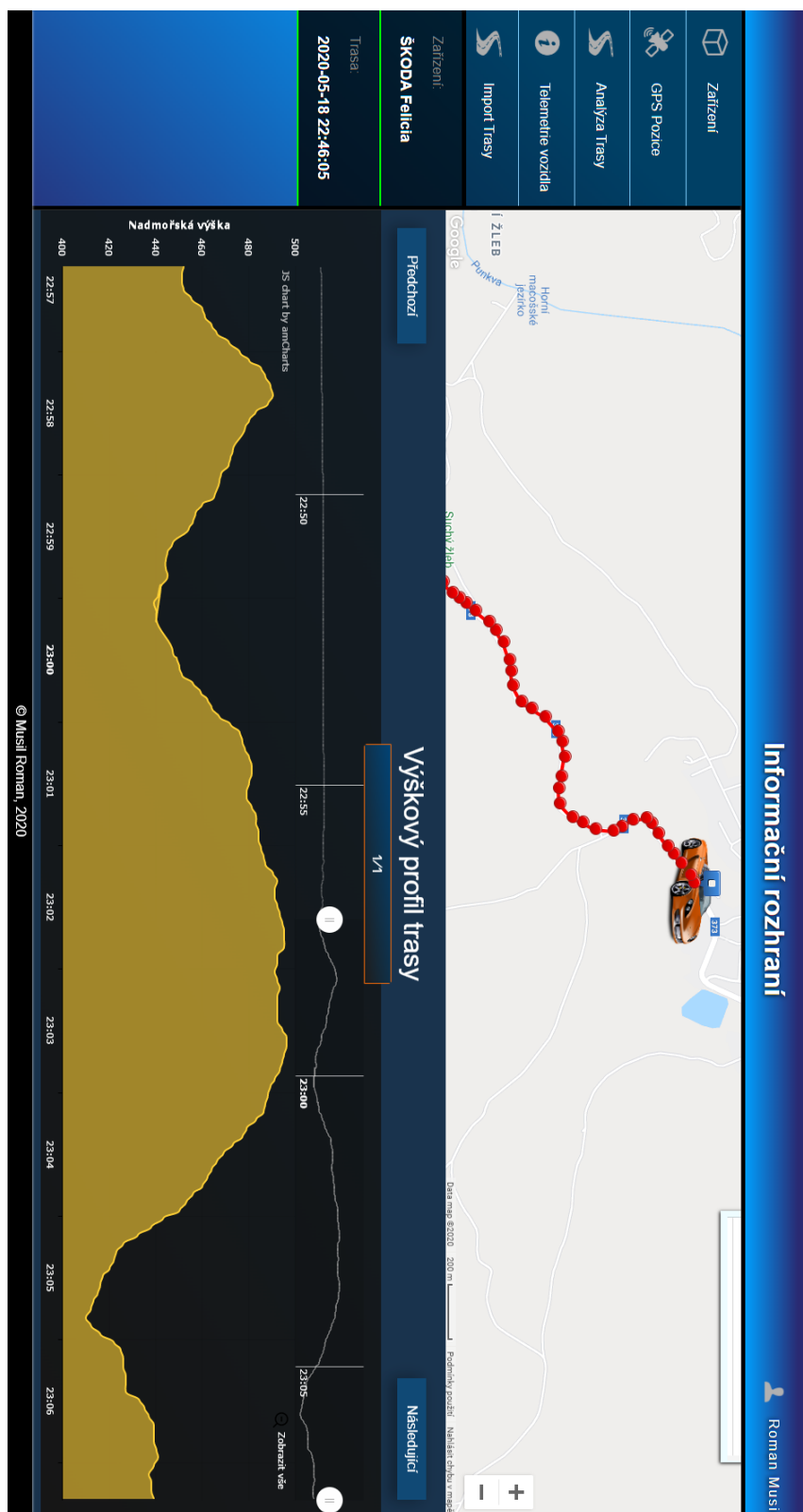




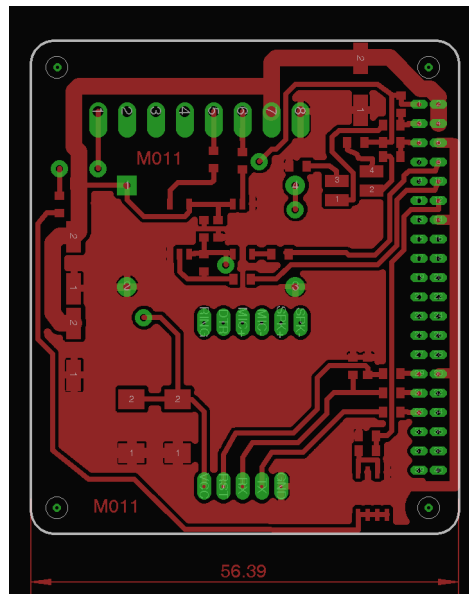
C Blok pro online zobrazení telemetrických údajů z vozidla

Stav ujetých kilometrů 40 000 Km	Ujetá vzdálenost (Trip) 120 Km	Ujetá vzdálenost (Za den) 230 Km	Stav paliva 22 L
Zabezpečení Odemčeno			GPS Nadm. výška 555 m.n.m
Aktuální spotřeba 8.6 L/100Km			Rychlost 120 Km/h
Průměrná spotřeba 5.6 L/100Km			Průměrná rychlost 84 Km/h
Venkovní teplota 23.6 °C			Čas jízdy 00:30:12
Další telemetrie: 00:00:10			OK
ONLINE			

D Informační rozhraní - Analýza trasy



E Shield pro GSM





F Obsah přiloženého CD

/	kořenový adresář přiloženého CD
└ GUI	zdrojové soubory grafického rozhraní
└ MainProc	zdrojové soubory řídicího procesu
└ Log soubory	příklady jednotlivých logovacích souborů
└ PCInterface	zdrojové soubory informačního rozhraní
└ datove_struktury.pdf	datové struktury pro výměnu dat